

---

UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

First Semester Examination  
Academic Session 2010/2011

November 2010

**EMC 201/3 – Measurement & Instrumentation**  
***Pengukuran & Peralatan***

Duration : 3 hours  
*Masa : 3 jam*

---

**INSTRUCTIONS TO CANDIDATE:**  
**ARAHAN KEPADA CALON:**

Please check that this paper contains **ELEVEN (11)** printed pages, **ONE (1)** page appendix and **FIVE (5)** questions before you begin the examination.

*Sila pastikan bahawa kertas soalan ini mengandungi **SEBELAS (11)** mukasurat bercetak, **SATU (1)** mukasurat lampiran dan **LIMA (5)** soalan sebelum anda memulakan peperiksaan.*

Answer **ALL** questions.  
*Jawab **SEMUA** soalan.*

**Appendix/Lampiran :**

1. Student's *t*-Distribution (Values of  $t_{\alpha}$ ,  $v$ ). [1 page/mukasurat]

You may answer all questions in **English** OR **Bahasa Malaysia** OR a combination of both.  
*Calon boleh menjawab semua soalan dalam **Bahasa Malaysia** ATAU **Bahasa Inggeris** ATAU kombinasi kedua-duanya.*

Answer to each question must begin on a new page.  
*Jawapan untuk setiap soalan mestilah dimulakan pada mukasurat yang baru.*

In the event of any discrepancies, the English version shall be used.  
*Sekiranya terdapat sebarang percanggahan pada soalan peperiksaan, versi Bahasa Inggeris hendaklah diguna pakai.*

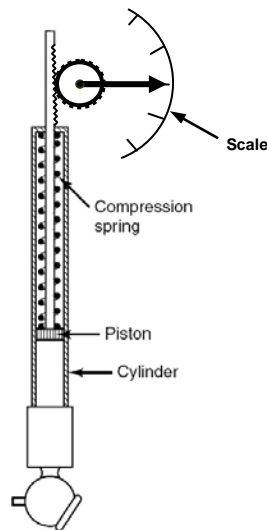
- Q1. [a] State the three main stages of a general measurement system. What is the function of each stage?**

*Nyatakan tiga peringkat utama bagi sebuah sistem pengukuran am. Apakah fungsi setiap peringkat?*

**(15 marks/markah)**

- [b] Figure Q1[b] shows a tire pressure gage modified to improve the sensitivity. Identify the three stages of measurement system in the device shown. Illustrate with a block diagram.**

*Rajah S1[b] menunjukkan tolok tekanan bagi tayar yang diubahsuai untuk meningkatkan kepekaan. Kenalpasti ketiga-tiga peringkat sistem pengukuran dalam peranti yang ditunjukkan. Buat ilustrasi dengan gambarajah blok.*



**Figure Q1[b]**  
*Rajah S1[b]*

**(15 marks/markah)**

- [c] What is the difference between ‘error’ and ‘uncertainty’? In a measurement of temperatures (in °C) in a pipeline, the following readings were recorded:

248.0, 248.9, 249.6, 248.6, 248.2, 248.3, 248.2, 248.0, 247.1, 248.1

Determine the uncertainty in the true mean temperature in the pipeline for (i) 90% confidence level, (ii) 95% confidence level. Does the uncertainty increase or decrease when the confidence level is increased? Why?

*Apakah perbezaan antara ‘ralat’ dengan ‘ketakpastian’? Dalam pengukuran suhu (°C) di dalam saluran paip, bacaan-bacaan berikut dirakam:*

248.0, 248.9, 249.6, 248.6, 248.2, 248.3, 248.2, 248.0, 247.1, 248.1

*Tentukan ketakpastian dalam suhu purata sebenar di dalam paip bagi (i) paras keyakinan 90%, (ii) paras keyakinan 95%. Adakah ketakpastian bertambah atau berkurang apabila paras keyakinan bertambah? Kenapa?*

**(20 marks/markah)**

- [d] An orifice meter is used to measure the flow rate of a fluid. In an experiment, the flow coefficient  $C$  of an orifice is determined by collecting and weighing the water flowing through the orifice during a fixed time interval with the orifice under a constant head.  $C$  is calculated from the following equation:

$$C = \frac{m}{tA\rho(2g\Delta h)^{1/2}}$$

The values of the parameters were determined as follows, with 95% confidence:

Mass	$m = 393.00 \pm 0.03$ kg
Time	$t = 600.0 \pm 1.0$ s
Density	$\rho = 1000.0 \pm 0.1\%$ kg/m <sup>3</sup>
Diameter	$d = 1.27 \pm 0.0025$ cm ( $A$ is area)
Head	$\Delta h = 366.0 \pm 0.3$ cm

Determine the nominal value of  $C$  and its uncertainty at 95% confidence. Take  $g$  as 9.81 m/s<sup>2</sup>.

Meter orifis digunakan untuk mengukur kadar aliran suatu bendalir. Dalam suatu ujikaji, pekali aliran orifis  $C$  ditentukan dengan mengumpul dan menimbang air yang mengalir melalui orifis dalam masa tertentu dengan orifis di bawah kepala tekanan tetap.  $C$  dikira daripada persamaan berikut:

$$C = \frac{m}{tA\rho(2g\Delta h)^{1/2}}$$

Nilai parameter-parameter ditentukan seperti berikut, pada paras keyakinan 95%:

Jisim	$m = 393.00 \pm 0.03 \text{ kg}$
Masa	$t = 600.0 \pm 1.0 \text{ s}$
Ketumpatan	$\rho = 1000.0 \pm 0.1\% \text{ kg/m}^3$
Garispusat	$d = 1.27 \pm 0.0025 \text{ cm}$ ( $A$ ialah luas)
Kepala tekanan	$\Delta h = 366.0 \pm 0.3 \text{ cm}$

Tentukan nilai nominal  $C$  dan ketakpastiannya pada paras keyakinan 95%. Ambil  $g$  sebagai  $9.81 \text{ m/s}^2$ .

(50 marks/markah)

**Q2. [a] Figure Q2[a] shows a periodic signal.**

- (i) **Determine the fundamental frequency of the signal.**
- (ii) **Determine the amplitude of the first, second and third harmonic components.**
- (iii) **Sketch the frequency spectrum for the signal.**

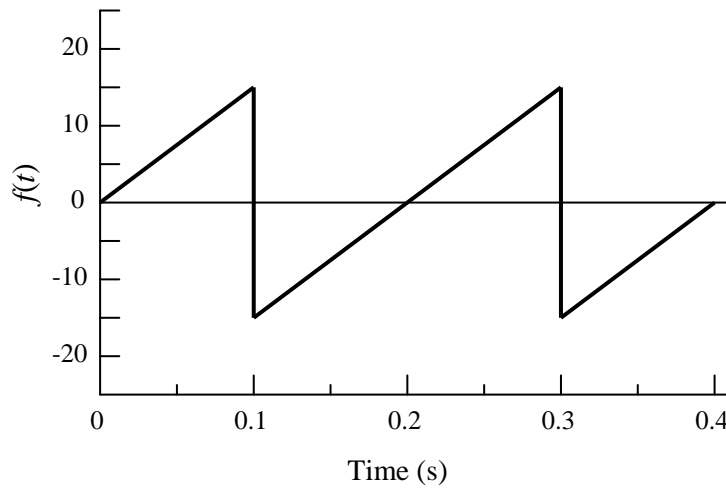
*Rajah S2[a] menunjukkan suatu isyarat berkala.*

- (i) *Tentukan frekuensi asas bagi isyarat tersebut.*
- (ii) *Tentukan amplitud komponen-komponen harmonik pertama, kedua dan ketiga.*
- (iii) *Lakarkan spektrum frekuensi bagi isyarat tersebut.*

Given:

$$\text{Diberikan: } \int x \cos ax dx = \frac{\cos ax}{a^2} + \frac{x \sin ax}{a}$$

$$\int x \sin ax dx = \frac{\sin ax}{a^2} - \frac{x \cos ax}{a}$$



**Figure Q2[c]**  
*Rajah S2[c]*

**(60 marks/markah)**

- [b] A load cell deflects by 0.005 mm when a force of 100 N is applied.**

*Suatu sel beban berpesong sebanyak 0.005 mm apabila daya 100 N dikenakan.*

- (i) Determine the natural frequency of the load cell. The following formula for the natural frequency of a spring-mass system is given:**

$$f_n = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{k}{m}}$$

**where  $k$  is the stiffness of the spring and  $m$  is the mass suspended from the spring.**

*Tentukan frekuensi nisbi bagi sel beban tersebut. Rumus berikut bagi frekuensi nisbi bagi sistem pegas-jisim diberikan sebagai:*

$$f_n = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{k}{m}}$$

*di mana  $k$  ialah kekakuan pegas dan  $m$  ialah jisim yang digantung daripada pegas.*

- (ii) If the load cell is assumed to be a second-order system with negligible damping, determine the frequency range over which it can measure dynamically varying loads with an error less than 10%. Given the following equation for a second-order system:

$$\frac{P_d}{P_s} = \frac{1}{\sqrt{[1 - (\Omega / \omega_n)^2]^2 + [2\xi\Omega / \omega_n]^2}}$$

where  $P_d$  is the amplitude of the periodic dynamic response,  $P_s$  is the amplitude of the excitation function,  $\Omega$  is the frequency of the external excitation,  $\omega_n$  is the natural frequency of the system and  $\xi$  is the damping ratio.

*Jika sel beban tersebut dianggapkan sebagai sistem tertib-kedua dengan redaan bolehabai, tentukan julat frekuensi di mana ia boleh mengukur beban berubah dinamik dengan ralat kurang daripada 10%. Diberikan persamaan berikut bagi sistem tertib kedua:*

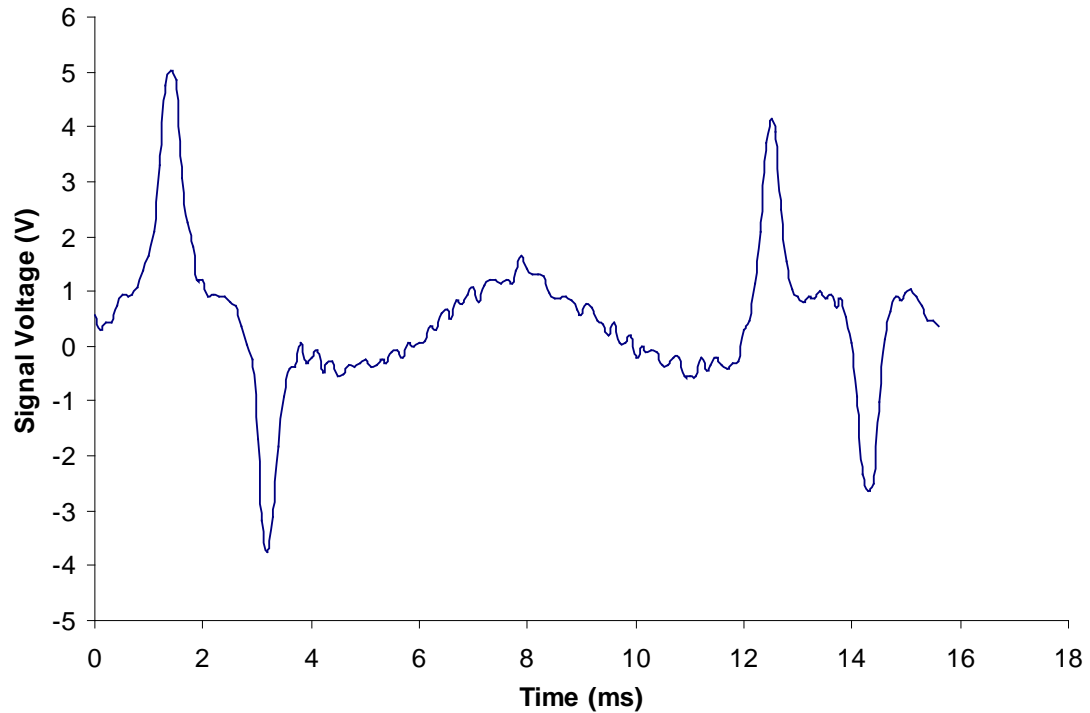
$$\frac{P_d}{P_s} = \frac{1}{\sqrt{[1 - (\Omega / \omega_n)^2]^2 + [2\xi\Omega / \omega_n]^2}}$$

*di mana  $P_d$  ialah amplitud respon berkala dinamik,  $P_s$  ialah amplitud fungsi 'excitation',  $\Omega$  ialah frekuensi 'excitation' luar,  $\omega_n$  ialah frekuensi nisbi sistem dan  $\xi$  ialah nisbah redaan.*

**(40 marks/markah)**

- Q3. [a] A speed pickup triggers the spark circuit in a small motorcycle. The signal voltage is shown in Figure Q3[a]. The engine is running at approximately 5400 rpm.**

*Suatu pengesanan kelajuan memicu litar pencucuh di dalam sebuah motosikal kecil. Isyarat voltan ditunjukkan dalam Rajah S3[a]. Enjin tersebut berputar pada kelajuan lebih kurang 5400 psm.*



**Figure Q3[a]**  
*Rajah S3[a]*

- (i) What are the minimum and maximum **POSITIVE** voltages we can trigger the circuit on a rising edge and read the real engine speed?

*Apakah voltan-voltan POSITIF maksimum dan minimum yang boleh kita picu litar tersebut pada tepi meningkat dan membaca kelajuan enjin?*

**(12 marks/markah)**

- (ii) If the trigger level is 1.2 V for a down going transition, at what time(s) do the transition(s) occur?

*Jika paras pemicuan ialah 1.2 V bagi peralihan bergerak bawah, pada masa berapakah peralihan tersebut berlaku?*

**(18 marks/markah)**

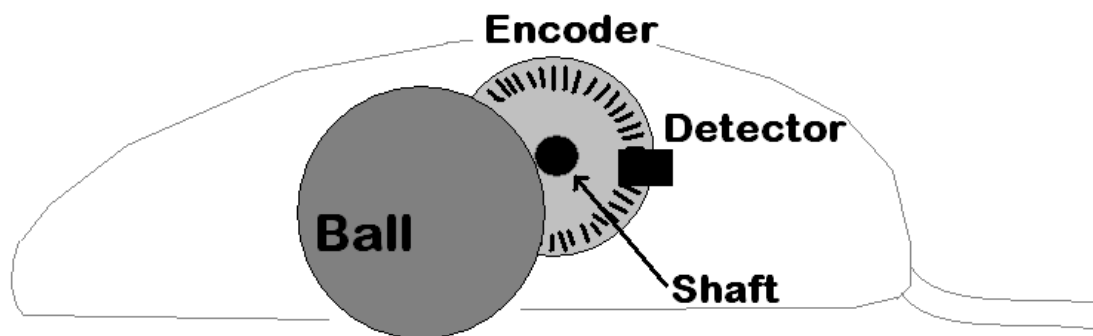
- (iii) What speed(s) will be reported in the case of a down going transition at a 1.2 V trigger level [rpm]?

*Apakah kelajuan-kelajuan yang akan dilaporkan dalam kes peralihan ke bawah pada paras pemicuan 1.2 V (dalam psn)?*

**(20 marks/markah)**

- [b]** Figure Q4[b] shows an old “ball-type” computer mouse uses a 20 mm diameter ball turning a 3.5 mm diameter shaft connected to a radial fringe type relative position encoder being read by 2 photo diodes. The encoder has a radius of 7.5 mm.

*Rajah S4[b] menunjukkan sebuah tetikus jenis bebola yang lama menggunakan bola bergarispusat 20 mm untuk memutar aci bergarispusat 3.5 mm yang dipasangkan kepada pengekod kedudukan nisbi jenis pinggir jejarian dan dibaca oleh dua diod foto. Pengekod tersebut mempunyai jejari 7.5 mm.*



**Figure Q4[b]**

*Rajah S4[b]*

- (i)** For each millimeter of mouse motion, how many degrees does the encoder rotate?

*Bagi setiap milimeter gerakan tetikus, berapakan darjah putaran bagi pengekod?*

**(10 marks/markah)**

- (ii)** If we assume quadrature decoding of the signal, how many fringes must there be to give a resolution of 0.1 mm of mouse motion?

*Jika kita andaikan penyahkodan kuadratur bagi isyarat, berapakah bilangan pinggir untuk memberikan resolusi sebanyak 0.1 mm bagi gerakan tetikus?*

**(20 marks/markah)**

- (iii)** If there are 42 fringes on the encoder, and the mouse is moved at 60 cm/sec, what frequency will the detector see?

*Jika terdapat 42 pinggir pada pengekod, dan tetikus digerakkan pada 60 sm/saat, apakah frekuensi yang dinampak oleh pengesan?*

**(20 marks/markah)**



- Q4. [a] A turbine type flow meter is used to measure the flow of jet fuel into an engine. The turbine mounted in the fuel line has 24 blades, each one triggering a proximity sensor mounted outside the fuel line. Turbine speed is proportional to fuel flow rate, and at the maximum fuel flow rate of 5 kg/sec the turbine is rotating at 10,000 rpm. The proximity sensor feeds an “Event per Unit Time” (EPUT) counter.**

*Meter aliran jenis turbin digunakan untuk mengukur aliran bahanapi jet ke dalam enjin. Turbin yang dipasangkan pada talian bahanapi mempunyai 24 bilah, setiapnya yang memicu sensor kehampiran yang dipasangkan pada luar talian bahanapi tersebut. Kelajuan turbin berkadar terus kepada kadar aliran bahanapi, dan pada kadar aliran maksimum sebanyak 5 kg/saat turbin berputar pada kelajuan 10,000 psm. Sensor kehampiran menyuap pengira 'Event per Unit Time (EPUT)'.*

- (i) If we wish to have a reading directly in grams/second what should the count duration of the EPUT counter be?**

*Jika kita ingin mendapatkan bacaan secara langsung dalam gram/saat, apabila harusnya tempoh kiraan bagi pengukur EPUT?*

**(15 marks/markah)**

- (ii) What will the maximum signal frequency (at proximity sensor) be?**

*Apakah frekuensi maksimum (pada sensor kehampiran)?*

**(5 marks/markah)**

- (iii) How many bits will the accumulator (counter) in the EPUT require?**

*Berapakah bilangan bit yang diperlukan oleh akumulator (pengira) dalam EPUT?*

**(15 marks/markah)**

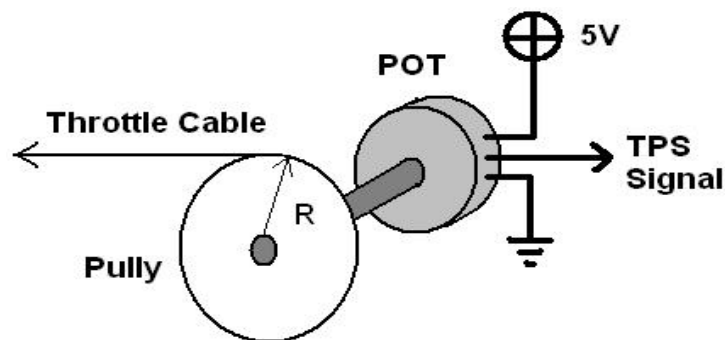
- (iv) If we wish to have an updated flow number every 500 ms what is the resolution of the resulting measurement (in gm/sec)?**

*Jika kita ingin mendapatkan nilai aliran terkini setiap 500 ms, apakah resolusi pengukuran yang terhasil (dalam gm/saat)?*

**(15 marks/markah)**

- [b]** A Throttle Position Sensor (TPS) is used to measure the position of the throttle cable in a car. The cable travels a total distance of 3 cm from idle to Wide Open Throttle (WOT). The radius of the pulley is 15 mm, and the POT is a 10 k $\Omega$ , 270 degree device. The mechanism is adjusted such that when the throttle is half open (i.e. 50% throttle) the TPS signal is 2.5 V. The TPS signal is read by a 10 bit 0-12 V ADC.

*Suatu Sensor Kedudukan Pendikit (TPS) digunakan untuk mengukur kedudukan kabel pendikit di dalam sebuah kereta. Kabel tersebut melintasi jarak sejauh 3 sm daripada leka kepada Pendikit Buka Penuh (WOT). Jejari takal ialah 15 mm, dan POT ialah peranti 10 k $\Omega$ , 270 darjah. Mekanisma tersebut dilaraskan supaya apabila pendikit dibuka separuh (iaitu pendikitan 50%) isyarat TPS ialah 2.5 V. Isyarat TPS dibaca oleh ADC 0-12V, 10 bit.*



**Figure Q5[b]**  
*Rajah S5[b]*

- (i) How many degrees does the pulley rotate (idle-WOT)?**

*Berapakah darjah putaran takal (leka – WOT)?*

**(10 marks/markah)**

- (ii) What is the voltage when the throttle is at the idle position?**

*Apakah nilai voltan apabila pendikit berada dalam kedudukan leka?*

**(10 marks/markah)**

- (iii) What digital number is read when the throttle is wide open?**

*Apakah nombor digital yang dibaca apabila pendikit dibuka penuh?*

**(10 marks/markah)**

- (iv) If the ADC gives a digital number of 555, what is the throttle position in terms of % throttle (idle = 0%, WOT = 100%)?**

*Jika ADC memberikan nombor digital 555, apakah kedudukan pendikit dalam sebutan % pendikitan (leka = 0%, WOT = 100%).*

**(20 marks/markah)**

- Q5. Give the most appropriate sensor for each of the following applications, and explain why you would choose that kind of sensor. Be very specific (e.g. for a temperature sensor for high temperature, precision applications in an engine, your answer would be “Thermocouple” not “Temperature sensor”!):**

*Berikan sensor yang paling sesuai bagi setiap aplikasi berikut, dan terangkan kenapa anda memilih jenis sensor tersebut. Berikan jawapan paling tepat (contoh, untuk sensor suhu bagi aplikasi suhu tinggi dan berkepersisan di dalam enjin, jawapan anda ialah 'Pengganding suhu' dan bukan 'Sensor suhu'):*

- [a] Measurement of deflection of a moth's wing when flapping.**

*Pengukuran pesongan sayap rama-rama apabila berkepak.*

**(20 marks/markah)**

- [b] Engine Coolant Temperature (CLT) sensor for motorcycle Electronic Fuel Injection applications.**

*Sensor suhu penyejuk engine (CLT) bagi aplikasi penyuntikan bahanapi elektronik motosikal.*

**(20 marks/markah)**

- [c] Measurement of the speed of an approaching aircraft**

*Pengukuran kelajuan pesawat yang menghampiri.*

**(20 marks/markah)**

- [d] Non-contact measurement of the height of water in a municipal water tower.**

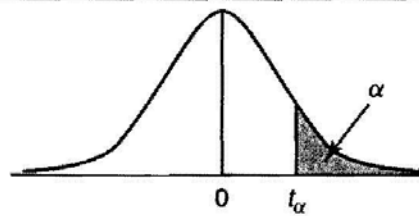
*Pengukuran tak-sentuh bagi ketinggian paras air di dalam menara air bandaraya.*

**(20 marks/markah)**

- [e] Measurement of the position of a nuclear fuel rod in a reactor core.**

*Pengukuran kedudukan rod bahanapi nuklear di dalam teras reaktor.*

**(20 marks/markah)**

**Student's  $t$ -Distribution (Values of  $t_{\alpha, v}$ ).**Student's  $t$ -Distribution (Values of  $t_{\alpha, v}$ )

$v$	$t_{0.10, v}$	$t_{0.05, v}$	$t_{0.025, v}$	$t_{0.01, v}$	$t_{0.005, v}$	$v$
1	3.078	6.314	12.706	31.821	63.657	1
2	1.886	2.920	4.303	6.965	9.925	2
3	1.638	2.353	3.182	4.541	5.841	3
4	1.533	2.132	2.776	3.747	4.604	4
5	1.476	2.015	2.571	3.365	4.032	5
6	1.440	1.943	2.447	3.143	3.707	6
7	1.415	1.895	2.365	2.998	3.499	7
8	1.397	1.860	2.306	2.896	3.355	8
9	1.383	1.833	2.262	2.821	3.250	9
10	1.372	1.812	2.228	2.764	3.169	10
11	1.363	1.796	2.201	2.718	3.106	11
12	1.356	1.782	2.179	2.681	3.055	12
13	1.350	1.771	2.160	2.650	3.012	13
14	1.345	1.761	2.145	2.624	2.977	14
15	1.341	1.753	2.131	2.602	2.947	15
16	1.337	1.746	2.120	2.583	2.921	16
17	1.333	1.740	2.110	2.567	2.898	17
18	1.330	1.734	2.101	2.552	2.878	18
19	1.328	1.729	2.093	2.539	2.861	19
20	1.325	1.725	2.086	2.528	2.845	20
21	1.323	1.721	2.080	2.518	2.831	21
22	1.321	1.717	2.074	2.508	2.819	22
23	1.319	1.714	2.069	2.500	2.807	23
24	1.318	1.711	2.064	2.492	2.797	24
25	1.316	1.708	2.060	2.485	2.787	25
26	1.315	1.706	2.056	2.479	2.779	26
27	1.314	1.703	2.052	2.473	2.771	27
28	1.313	1.701	2.048	2.467	2.763	28
29	1.311	1.699	2.045	2.462	2.756	29
$\infty$	1.282	1.645	1.960	2.326	2.576	$\infty$

---

UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

First Semester Examination  
Academic Session 2010/2011

November 2010

**EMC 311/3 – Mechatronic**  
***Mekatronik***

Duration : 2 hours  
*Masa : 2 jam*

---

**INSTRUCTIONS TO CANDIDATE:**  
**ARAHAN KEPADA CALON:**

Please check that this paper contains **NINE (9)** printed pages and **FOUR (4)** questions before you begin the examination.

*Sila pastikan bahawa kertas soalan ini mengandungi **SEMBILAN (9)** mukasurat bercetak dan **EMPAT (4)** soalan sebelum anda memulakan peperiksaan.*

Answer **ALL** questions.  
*Jawab **SEMUA** soalan.*

You may answer all questions in **English** OR **Bahasa Malaysia** OR a combination of both.  
*Calon boleh menjawab semua soalan dalam **Bahasa Malaysia** ATAU **Bahasa Inggeris** ATAU kombinasi kedua-duanya.*

Answer to each question must begin from a new page.  
*Jawapan untuk setiap soalan mestilah dimulakan pada mukasurat yang baru.*

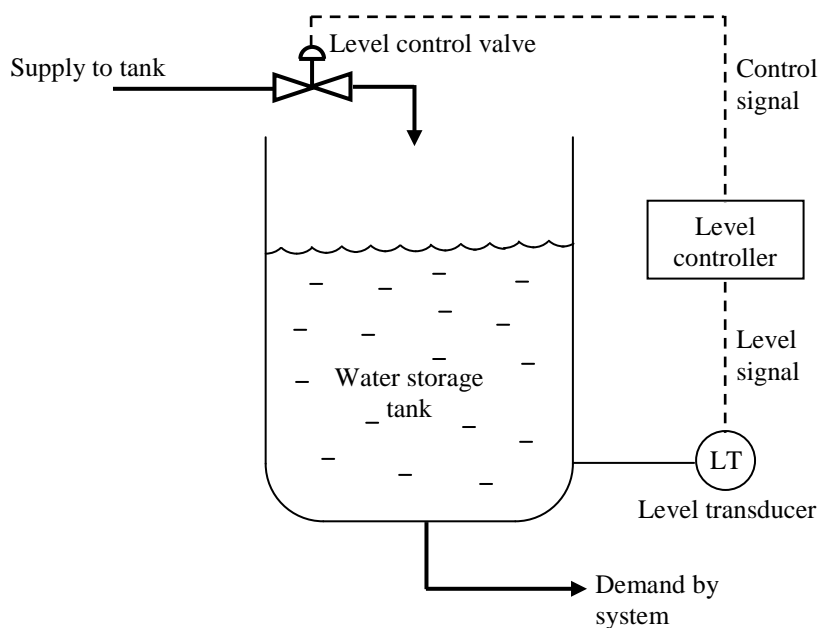
In the event of any discrepancies, the English version shall be used.  
*Sekiranya terdapat sebarang percanggahan pada soalan peperiksaan, versi Bahasa Inggeris hendaklah diguna pakai.*

- Q1. [a]** With the aid of block diagrams, explain the difference between an open-loop control system and a closed-loop control system. Why the closed-loop control system is usually preferred in the design of a mechatronic system?

Figure Q1[a] shows a closed-loop control system for controlling the level of water in supply tank. Identify the five basic elements in the control system.

*Dengan bantuan gambarajah blok, terangkan perbezaan antara sistem kawalan gelung terbuka dan sistem kawalan gelung tertutup. Apakah sebabnya sistem gelung tertutup lazim digunakan dalam reka bentuk sistem mekatronik?*

*Rajah S1[a] menunjukkan sistem kawalan gelung tertutup bagi mengawal paras air di dalam sebuah tangki bekalan. Kenalpasti kelima-lima elemen asas dalam sistem kawalan tersebut.*

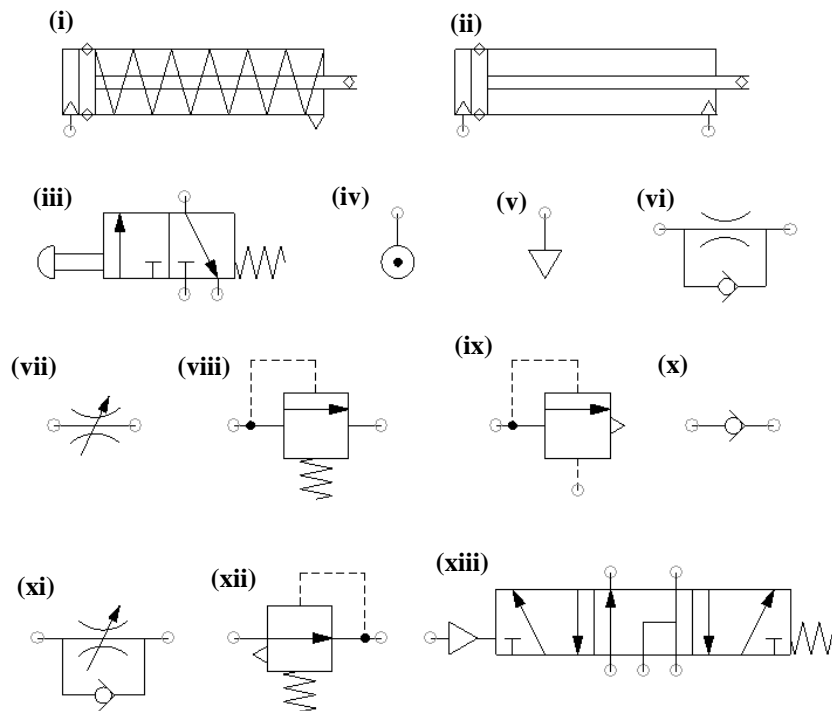


**Figure Q1[a]**  
*Rajah S1[a]*

**(40 marks/markah)**

- [b]** Figure Q1[b] shows various pneumatic symbols commonly used in designing a pneumatic actuation system. Name each of the symbols.

*Rajah S1[b] menunjukkan pelbagai simbol pneumatik yang lazim digunakan dalam reka bentuk sistem pemicuan pneumatik. Namakan setiap simbol tersebut.*



**Figure Q1[b]**  
Rajah S1[b]

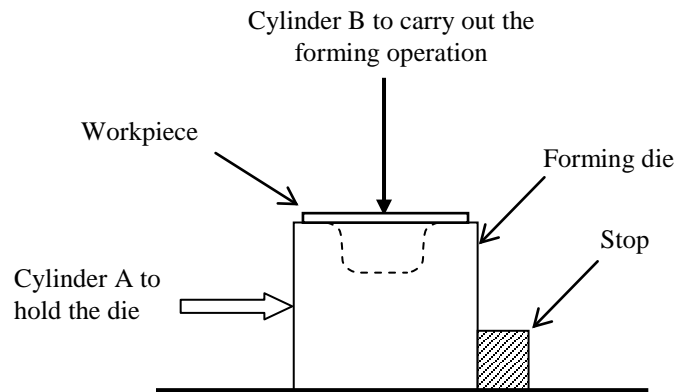
(20 marks/markah)

- [c] Using only the pneumatic components given in Figure Q1[b] design a pneumatic circuit to carry out the forming operation shown in Figure Q1[c]. The operation uses two pneumatic cylinders, one to hold the forming die against a stop and the other to press the workpiece to form the part. The entire operation must be carried out using a single push button.

If a 25 mm diameter single-cylinder is used for the forming operation and a force of 200 N is required, determine the minimum pressure required to carry out the operation. Assume that the spring has stiffness  $k = 200 \text{ N/m}$  and the cylinder extends by 100 mm during the operation.

Dengan menggunakan hanya komponen-komponen pneumatik yang diberikan dalam Rajah S1[b] reka bentuk litar pneumatik untuk menjalankan operasi pembentukan yang ditunjukkan dalam Rajah S1[c]. Operasi tersebut menggunakan dua silinder pneumatik, satu untuk memegang acuan pembentukan terhadap penghalang dan yang satu lagi untuk menekan bahan kerja bagi membentuk komponen. Keseluruhan operasi perlu dilakukan dengan menggunakan hanya satu butang ditekan.

Jika suatu silinder tindakan tunggal bergaris pusat 25 mm digunakan untuk operasi pembentukan dan daya sebanyak 200 N diperlukan, tentukan tekanan minimum yang diperlukan untuk menjalankan operasi tersebut. Andaikan bahawa pegas mempunyai kekakuan  $k = 200 \text{ N/m}$  dan silinder memanjang sebanyak 100 mm semasa operasi.



**Figure Q1[c]**  
Rajah S1[c]

(40 marks/markah)

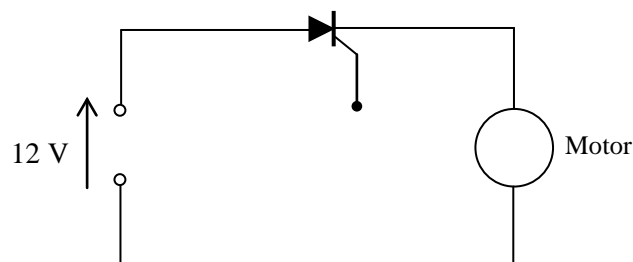
- Q2. [a] Explain the difference between a diode and a thyristor. Illustrate with the  $I$ - $V$  characteristic curves.**

*Terangkan perbezaan antara diod dengan tiristor. Ilustrasi dengan lengkung-lengkung ciri  $I$ - $V$ .*

(15 marks/markah)

- [b] Figure 2[b] shows a circuit using a thyristor to control the speed of a d.c. motor. The supply voltage is 12 V. The thyristor has a forward breakdown voltage of 1.5 V. An alternating current supplied to the gate G allows the thyristor to be switched on for 2 seconds and switched off for 3 seconds in a continuous manner. Calculate the average voltage supplied to the motor.**

*Rajah S2[b] menunjukkan tiristor yang digunakan untuk mengawal kelajuan motor d.c. Voltan bekalan ialah 12 V. Tiristor tersebut mempunyai voltan runtuh hadapan sebanyak 1.5 V. Arus ulangalik yang dibekalkan kepada get G membolehkan tiristor dihidupkan selama 2 saat dan dimatikan selama 3 saat secara berterusan. Kira voltan purata yang dibekalkan kepada motor.*



**Figure Q2[b]**  
Rajah S2[b]

(15 marks/markah)



- [c] **Draw the circuit diagrams for (i) a series d.c. motor and (ii) a shunt d.c. motor. Derive the equations for the torque developed by each motor. A d.c. motor takes in an armature current of 2 mA and produces a torque of 5 Nm when it is series connected. Determine the armature current if the torque is doubled.**

*Lukis gambarajah litar bagi (i) motor a.t. siri dan (ii) motor a.t. pirau. Terbit persamaan-persamaan bagi tork yang dihasilkan oleh setiap motor. Sebuah motor a.t. mengambil arus angker sebanyak 2 mA dan menghasilkan tork sebanyak 5 Nm apabila disambung bersiri. Tentukan arus angker jika tork digandakan.*

**(30 marks/markah)**

- [d] **Figure Q2[d] shows the basic arrangement of a two-plate capacitor. The length of each plate is  $l$  while its width (perpendicular to the diagram) is  $w$ . The dielectric material is displaced by  $x$  as shown.**

**If the capacitance  $C$  between two parallel plates is given by**

$$C = \frac{\epsilon_0 \epsilon_1 A}{d}$$

**where  $A$  is the area of overlap between the plates,  $d$  is the separation between the plates,  $\epsilon_1$  is the dielectric constant of the material between the plates and  $\epsilon_0$  is a constant, derive an expression for the total capacitance  $C_T$  for the capacitor shown in the figure. Given that the total capacitance is the sum of capacitances of the two parts of the plate (with and without the dielectric material). Take dielectric constant for air as  $\epsilon_a$ .**

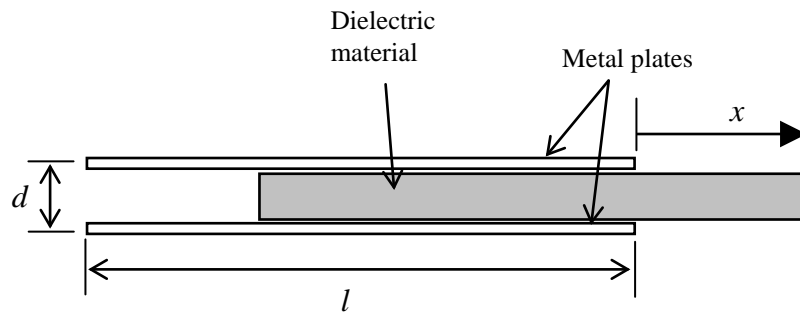
**Hence, derive an expression for the change in capacitance  $\Delta C$  due to the displacement of the dielectric material.**

*Rajah S2[d] menunjukkan susunan asas bagi kapasitor dua-plat. Panjang setiap plat ialah  $l$  manakala lebar (berserenjang kepada gambarajah) ialah  $w$ . Bahan dielektrik dianjakkan sebanyak  $x$  seperti ditunjukkan.*

*Jika kapasitans  $C$  di antara dua plat selari diberikan oleh*

$$C = \frac{\epsilon_0 \epsilon_1 A}{d}$$

*di mana  $A$  ialah kawasan bertindih antara plat,  $d$  ialah jarak antara plat  $\epsilon_1$  ialah pemalar dielektrik bahan antara plat dan  $\epsilon_0$  ialah pemalar, terbitkan suatu ungkapan untuk jumlah kapasitans  $C_T$  bagi kapasitor yang ditunjukkan dalam rajah tersebut. Diberikan bahawa jumlah kapasitans ialah hasil tambah kapasitans bagi kedua-dua bahagian plat (dengan dan tanpa bahan dielektrik). Ambil pemalar dielektrik bagi udara sebagai  $\epsilon_a$ . Seterusnya, terbitkan suatu ungkapan bagi perubahan kapasitans  $\Delta C$  akibat daripada anjakan pada bahan dielektrik.*



**Figure Q2[d]**  
Rajah S2[d]

(40 marks/markah)

- Q3. [a] Explain the THREE types of memories that exist in a programmable logic controller (PLC).**

*Terangkan TIGA jenis ingatan yang terdapat dalam sebuah pengawal logik bolehaturcara (PLC).*

(15 marks/markah)

- [b] Explain how does the mass input/output copying method avoids delaying input reading of programmable logic controller (PLC).**

*Terangkan bagaimana kaedah salinan masukan/keluaran massa mengelakkan penangguhan bacaan masukan pengawal logik bolehaturcara (PLC).*

(20 marks/markah)

- [c] A programmable logic controller (PLC) is used to control a press machine actuated by a hydraulic cylinder. Two push buttons are used to activate the cylinder and a NPN photo sensor with three wires is used to limit the cylinder rod movement. Sketch and label the electrical circuit connecting the PLC input and output terminals to the push buttons, the sensor and the directional solenoid valve.**

*Sebuah pengawal logik bolehaturcara (PLC) digunakan bagi mengawal sebuah mesin penekan yang dipacu oleh sebuah silinder hidraulik. Dua butang tekan diguna bagi mengaktifkan silinder tersebut dan satu penerima foto NPN dengan tiga wayar diguna bagi menghadkan pergerakan batang silinder. Lakarkan dan labelkan litar elektrik menyambungkan terminal-terminal masukan dan keluaran PLC kepada butang-butang tekan, penerima dan injap solenoid arah tersebut.*

(35 marks/markah)

- [d] **A programmable logic controller (PLC) is used to control a machine which has two sensors, a solenoid and a heater. Construct a ladder diagram connecting input and output devices that will function following the truth table shown in Table Q3[d]. Analyze and identify the logic operation of the ladder diagram.**

*Sebuah pengawal logik bolehaturcara (PLC) digunakan bagi mengawal sebuah mesin yang mempunyai dua penderia, satu solenoid dan satu pemanas. Bina satu rajah tetangga yang menyambungkan peranti-peranti masukan dan keluaran yang akan berfungsi mengikut jadual kebenaran yang ditunjukkan dalam Jadual S3[d]. Analisa dan kenalpasti operasi rajah tetangga tersebut.*

**Table Q3[d]**

*Jadual S3[d]*

Input Device (Terminal)		Output Device (Terminal)	
Sensor A (000.00)	Sensor B (000.01)	Solenoid (010.00)	Heater (010.01)
0	0	0	1
0	1	1	1
1	0	1	1
1	1	1	0

**(30 marks/markah)**

- Q4. [a] A programmable logic controller (PLC) is used to control a DC motor which drives a conveyor. Construct a ladder diagram that will stop the motor after a photo sensor detecting 30 products passing on the conveyor and activate the motor again after 50 seconds stop.**

*Sebuah pengawal logik bolehaturcara (PLC) digunakan bagi mengawal sebuah motor DC yang memacu sebuah talisawat. Bina suatu rajah tetangga yang akan memberhentikan motor tersebut selepas sebuah penderia foto mengesan 30 produk melintasi di atas talisawat dan mengaktifkan motor tersebut kembali selepas 50 saat berhenti.*

**(30 marks/markah)**

- [b] A programmable logic controller (PLC) is used to control the temperature of a chamber by switching a heater or a motor fan. The temperature of the chamber is measured by a thermocouple which is connected to analog-to-digital converter (ADC) and then the PLC input terminals. The analog value of the thermocouple is stored in PLC memory 204 and the reference temperature is set in PLC memory 208. Draw a ladder diagram that will switch ON the heater when the chamber temperature less than the reference temperature and will switch ON the motor fan when the chamber temperature more than the reference temperature.**

*Sebuah pengawal logik bolehaturcara (PLC) digunakan bagi mengawal suhu sebuah kebuk dengan menghidupkan sebuah pemanas atau sebuah kipas motor. Suhu kebuk tersebut diukur dengan satu pengganding suhu yang disambung kepada penukar analog ke digital dan seterusnya terminal-terminal masukan PLC. Nilai analog pengganding suhu disimpan dalam ingatan PLC 204 dan suhu rujukan diset dalam ingatan PLC 208. Lukis satu rajah tetangga yang akan menghidupkan pemanas bila suhu kebuk kurang dari suhu rujukan dan akan menghidupkan kipas motor bila suhu kebuk lebih dari suhu rujukan.*

**(30 marks/markah)**

**[c] Convert octal number 38645 to the following number system:**

- (i) Decimal**
- (ii) Binary**
- (iii) Hexadecimal and**
- (iv) Binary coded decimal (BCD).**

*Tukarkan nombor perlapanan 38645 kepada sistem nombor berikut:*

- (i) perpuluhan,*
- (ii) perduaan,*
- (iii) perenambelasan dan*
- (iv) perpuluhan berkod binari (BCD).*

**(20 marks/markah)**

**[d] Use product of the sum method to obtain the Boolean equation from the truth table shown in Table Q4[d] and then use Boolean Algebra and De Morgan Law to simplify the equation.**

*Gunakan kaedah jumlah darab untuk mendapatkan persamaan Boolean daripada jadual kebenaran yang ditunjukkan dalam Jadual S4[d] dan kemudian gunakan Aljebra Boolean and Hukum De Morgan untuk meringkaskan persamaan tersebut.*

**Table Q4[d]**  
*Jadual S4[d]*

Input				Output
A	B	C	D	Q
0	0	0	0	0
0	0	0	1	1
0	0	1	0	0
0	0	1	1	0
0	1	0	0	0
0	1	0	1	1
0	1	1	0	1
0	1	1	1	0
1	0	0	0	0
1	0	0	1	1
1	0	1	0	1
1	0	1	1	1
1	1	0	0	0
1	1	0	1	0
1	1	1	0	0
1	1	1	1	1

**(20 marks/markah)**

---

UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

First Semester Examination  
Academic Session 2010/2011

November 2010

**EME 431/3 – Refrigeration & Air Conditioning**  
***Penyejukan & Penyamanan Udara***

Duration : 3 hours  
*Masa : 3 jam*

---

**INSTRUCTIONS TO CANDIDATE:**  
**ARAHAN KEPADA CALON:**

Please check that this paper contains **FIVE (5)** printed pages, **ONE (1)** page appendix and **FIVE (5)** questions before you begin the examination.

*Sila pastikan bahawa kertas soalan ini mengandungi **LIMA (5)** mukasurat bercetak, **SATU (1)** mukasurat lampiran dan **LIMA (5)** soalan sebelum anda memulakan peperiksaan.*

Answer **FIVE** questions.  
*Jawab **LIMA** soalan.*

**Appendix/Lampiran :**

1. Pressure-Enthalpy Diagram (SI Units) . [1 page/mukasurat]

You may answer all questions in **English** OR **Bahasa Malaysia** OR a combination of both.  
*Calon boleh menjawab semua soalan dalam **Bahasa Malaysia** ATAU **Bahasa Inggeris** ATAU kombinasi kedua-duanya.*

Answer to each question must begin from a new page.  
*Jawapan untuk setiap soalan mestilah dimulakan pada mukasurat yang baru.*

In the event of any discrepancies, the English version shall be used.  
*Sekiranya terdapat sebarang percanggahan pada soalan peperiksaan, versi Bahasa Inggeris hendaklah diguna pakai.*

**Table for Property Tables Booklet and Cooling Load Calculation Tables are provided.**  
***Jadual Sifat Bendalir Termodinamik dan Jadual Perkiraan Beban Penyejukan adalah dibekalkan.***

**Q1. [a] State four classification of refrigerant and state 5 properties of refrigerants with examples.**

**[b] A refrigeration system consist of 2 evaporators and 1 compressor. The evaporators are at  $-20^{\circ}\text{C}$  and  $-0^{\circ}\text{C}$ . The condenser pressue is 1.0 MPa. The refrigerant used is R134a. Flow rate of the refrigerant in the compressor is 0.05 kg/s. The temperature of refrigerant entering the compressor is  $10^{\circ}\text{C}$ .**

- (i) Sketch the schematic drawing of the system and the cycle.**
- (ii) Determine the power required by the compressor and**
- (iii) Determine the refrigeration capacity of the each evaporator.**
- (iv) Determine the overall coefficient of performance of the cycle.**

*[a] Nyatakan empat pengkelasan bahan penyejuk dan nyatakan 5 sifat bahan penyejuk dengan contoh.*

*[b] Sebuah sistem penyejukan mempunyai 2 penyejat dan 1 pemampat. Suhu penyejat adalah  $-20^{\circ}\text{C}$  dan  $0^{\circ}\text{C}$ . Tekanan pemeluwap adalah 1.0 MPa. R134a digunakan sebagai bahan penyejuk. Suhu bahan penyejuk memasuki pemampat adalah  $10^{\circ}\text{C}$ .*

- (i) Lakarkan lukisan skima sistem dan kitar.*
- (ii) Tentukan kuasa yang diperlukan oleh pemampat*
- (iii) Tentukan muatan penyejukan kedua-dua penyejat*
- (iv) Tentukan pekali prestasi kitar keseluruhan*

**(100 marks/markah)**

**Q2. A vapor absorption refrigeration system uses Li-Br water with the following data:**

- (i) Absorber temperature =  $40^{\circ}\text{C}$**
- (ii) Generator temperature =  $90^{\circ}\text{C}$**
- (iii) Condenser temperature =  $40^{\circ}\text{C}$**
- (iv) Evaporator temperature =  $10^{\circ}\text{C}$**
- (v) Flow rate of absorber solution = 1.5 kg/s**

**[a] Sketch and explain the operation of a vapour absorption refrigeration system**

**[b] Determine the coefficient of performance and compare with the ideal coefficient of performance.**

*Sebuah sistem penyerapan menggunakan Li-Br-air dengan data berikut:*

- (i) *Suhu penyerap 40°C*
- (ii) *Suhu penjana 90°C*
- (iii) *Suhu Pemeluwap 40°C*
- (iv) *Suhu penyejat 10°C*
- (v) *Kadar alir larutan penyerap 1.5 kg/s*

- [a] *Lakarkan dan terangkan operasi sistem penyejukan penyerapan wap.*
- [b] *Tentukan pekali prestasi dan bandingkan dengan pekali prestasi unggul.*  
(100 marks/markah)

**Q3. With the aid of diagrams describe the following refrigeration systems.**

- (i) **Steam jet refrigeration**
- (ii) **Air refrigeration**
- (iii) **Evaporative/Dessicant cooling**

*Dengan bantuan gambarajah, terangkan 4 sistem penyejukan alternatif.*

- (i) *Penyejukan jet stim*
- (ii) *Penyejukan udara*
- (iii) *Penyejukan penyejatan/"dessicant"*

(100 marks/markah)

**Q4. A sketch of a supermarket is shown in Figure Q4. The following are the detail:**

- (i) **Roof 100 mm concrete with 50 mm insulation, gypsum board ceiling  
 $U = 0.5112 \text{ W/m}^2\text{K}$**
- (ii) **Walls group B;  $U=0.643 \text{ W/m}^2\text{K}$**
- (iii) **Front window is 6 mm single heat absorbing glass, 3 m high, not shaded  $U=5.68 \text{ W/m}^2 \text{ K}$**
- (iv) **Doors are 10 mm single clear glass,  $U=2.21 \text{ W/m}^2\text{K}$**
- (v) **Occupancy 100 people**
- (vi) **Lighting  $9 \text{ W/m}^2$  of floor area using flourescent fixtures**
- (vii) **Supermarket open from 10 am to 8 pm.**
- (viii) **Ambient temperature 30°C, RH 80%**
- (ix) **The latitude is 5° N**

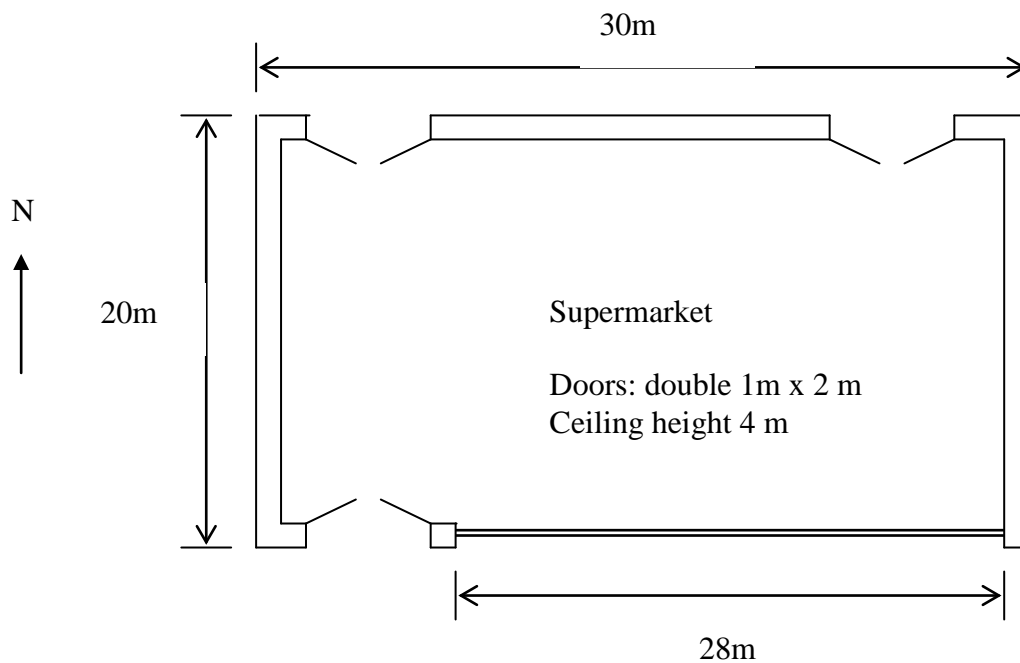
**Determine the cooling load of the supermarket to be air-conditioned with 22°C and RH 50%.**



Lakaran sebuah pasaraya ditunjuk pada Rajah S4. Berikut adalah maklumat yang diberikan:

- (i) Bumbung 100 mm konkrit dengan 50 mm penebat, gypsum papan siling  
 $U = 0.5112 \text{ W/m}^2 \text{ K}$
- (ii) Dinding kumpulan B;  $U = 0.643 \text{ W/m}^2 \text{ K}$
- (iii) Tingkap depan 6 mm cermin, 3 m tinggi, tanpa lindung;  $U = 5.68 \text{ W/m}^2 \text{ K}$
- (iv) Pintu 10 mm cermin lutsinar;  $U = 2.21 \text{ W/m}^2 \text{ K}$
- (v) Penghuni 100 orang
- (vi) Lampu  $9 \text{ W/m}^2$  daripada luas lantai menggunakan lampu flourescent
- (vii) Pasaraya buka mulai 10 pagi hingga 8 malam.
- (viii) Suhu luar  $30^\circ \text{C}$ , RH 80%
- (ix) Latitud  $5^\circ$  Utara

Tentukan beban penyejukan pasaraya bagi keadaan dalam pasaraya  $22^\circ \text{C}$  and RH 50%.



**Figure Q4**  
Rajah S4

(100 marks/markah)

- Q5. An air conditioning plant is designed to maintain a room at temperature 20°C and relative humidity 55%. The outside air is at a temperature of 30°C and relative humidity of 80%. The cooling load of the room is 15 kW with sensible heat gain and 3 kW latent heat gain. The refresh air supply is one-third by mass. Temperature of the supply air is 15°C.**

**Assuming that the cooling coil efficiency is 80% and neglecting the effect of the fan, calculate:**

- [a] Mass flow rate of the supply air**
- [b] Refrigeration capacity of the cooling coil**
- [c] Heating capacity of the reheater**
- [d] Amount of condensate removed**

**Plot the process on the psychometric chart**

*Sebuah loji penyamanan udara direkabentuk untuk mengekalkan sebuah bilik pada suhu 20°C dan kelembapan relatif 55%. Suhu udara luar adalah 30°C dan kelembapan relatif 80%. Beban penyejukan bilik adalah 15 kW haba deria dan 3 kW haba tambah pelakuran. Pembekalan udara segar adalah satu pertiga jisim udara. Suhu udara masuk adalah 15°C.*

*Andaikan kecekapan gelung penyejukan adalah 80% dan abaikan kesan kipas, kirakan:*

- [a] Kadar alir bekalan udara*
- [b] Kapasiti penyejukan gelung penyejukan*
- [c] Kapasiti haba penghaba semula*
- [d] Amaun air terpeluwap yang dibuang*

*Plot proses tersebut diatas carta psikrometri yang dibekalkan*

**(100 marks/markah)**

---

UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

First Semester Examination  
Academic Session 2010/2011

November 2010

**EME 451/3 – Computational Fluid Dynamics**  
***Pengkomputeran Dinamik Bendalir***

Duration : 2 hours  
*Masa : 2 jam*

---

**INSTRUCTIONS TO CANDIDATE:**  
**ARAHAN KEPADA CALON:**

Please check that this paper contains **FIVE (5)** printed pages and **FOUR (4)** questions before you begin the examination.

*Sila pastikan bahawa kertas soalan ini mengandungi **LIMA (5)** mukasurat bercetak dan **EMPAT (4)** soalan sebelum anda memulakan peperiksaan.*

Answer **ALL** questions.  
*Jawab **SEMUA** soalan.*

You may answer all questions in **English** OR **Bahasa Malaysia** OR a combination of both.  
*Calon boleh menjawab semua soalan dalam **Bahasa Malaysia** ATAU **Bahasa Inggeris** ATAU kombinasi kedua-duanya.*

Answer to each question must begin from a new page.  
*Jawapan untuk setiap soalan mestilah dimulakan pada mukasurat yang baru.*

In the event of any discrepancies, the English version shall be used.  
*Sekiranya terdapat sebarang percanggahan pada soalan peperiksaan, versi Bahasa Inggeris hendaklah diguna pakai.*

- Q1. List down all types of errors in CFD and explain the details on each of them. Also, please relate which errors are primarily associated with a hyperbolic, parabolic and elliptic type of PDE.**

*Tuliskan semua jenis ralat dalam CFD dan terangkan setiap satu. Tentukan jenis ralat yang paling berkait-rapat dengan PDE hiperbola, parabola dan elip.*

**(25 marks/markah)**

- Q2. Compressible inviscid fluids can be modeled using the traffic equation. The behavior of vehicles traveling in a traffic mimics the behavior of fluids in the sense that when there is an open road (space), vehicles (fluids) will accelerate (expand). Suddenly, when the traffic is heavy (dense), the vehicles (fluids) will slow down (compress). When a fast moving traffic sees a bottle-neck, it will have to stop immediately, similar to fluids going through a shockwave.**

*Persamaan trafik boleh digunakan sebagai model kepada bendalir mampat. Perjalanan kenderaan-kenderaan di lebuh raya adalah serupa dengan pergerakan bendalir. Contohnya, apabila jalan raya di hadapan kosong, sesebuah kenderaan akan bergerak lebih laju dan apabila terdapat banyak kenderaan di hadapannya, ia akan mengurangkan kelajuan. Jika tiba-tiba kenderaan di hadapan berhenti, ia terpaksa berhenti secara mengejut. Tingkah laku kenderaan menyamai kelakuan bendalir apabila melalui pengembangan, mampatan dan juga mampatan mendadak.*

**The following scalar equation models the traffic flow in 1D.**

*Persamaan berikut merupakan model trafik dalam 1D.*

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} + \frac{\partial(\rho v)}{\partial x} = 0 \quad (1)$$

**where**  
*di mana*

$$\frac{v}{v_{max}} = 1 - \frac{\rho^2}{\rho_{max}^2} \quad (2)$$

**where a quadratic velocity-density equation is used instead of the linear case.**

*di mana persamaan kuadratik kelajuan-ketumpatan digunakan di sebalik kes lurus.*

- [a] Determine the characteristic speed  $a$  and re-write Eqn. (1) in a nonlinear advection form.**

*Tentukan kelajuan ciri  $a$  dan tulis semula persamaan (1) dalam persamaan adveksi yang tidak lurus.*

**(3 marks/markah)**

- [b] In a stationary queue problem (shockwave modeling), the initial conditions are the following.**

*Dalam masalah baris-gilir pegun (model mampatan mendadak), berikut adalah keadaan asal kenderaan.*

$$\rho(x, 0) = \begin{cases} \frac{\rho_{max}}{4} & x \leq 0, \\ \rho_{max} & x > 0. \end{cases} \quad (3)$$

**Determine the characteristics of problem and sketch them on the  $x-t$  diagram. Also determine the shock speed  $S$ .**

*Tentukan dan lakarkan ciri masalah di atas dalam rajah  $x-t$  dan tentukan kelajuan kejutan  $S$ .*

**(7 marks/markah)**

- [c] In a red-light problem (expansion wave modeling), the initial conditions are the following.**

*Dalam masalah lampu-merah (model pengembangan gelombang), berikut adalah keadaan asal.*

$$\rho(x, 0) = \begin{cases} \rho_{max} & x \leq 0, \\ 0 & x > 0. \end{cases} \quad (4)$$

**Determine the characteristics of problem and sketch them on the  $x-t$  diagram. Also determine the greatest volume flow of the vehicles and its location on the  $x-t$  diagram.**

*Tentukan dan lakarkan ciri masalah di atas dalam rajah  $x-t$  dan tentukan kadar aliran isipadu maksimum untuk kenderaan.*

**(7 marks/markah)**

- [d] Suppose you are to compute the traffic equation above that incorporates all the possibilities involving shockwave, compression and expansion waves using a finite volume (FV) method. Write down the overall numerical scheme and determine how to evaluate the numerical fluxes at the cell interface. You can either use the exact solver or Roe-solver.**

**Hint : Recall that the interface fluxes can be determined using a diagram that uses the left and right characteristics as input.**

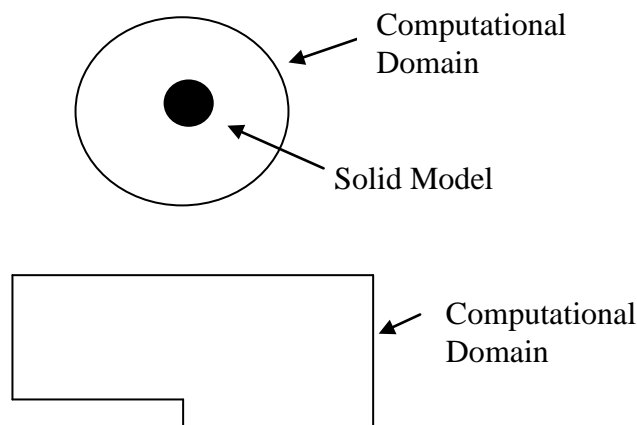
Sekiranya anda dikehendaki untuk menyelesaikan persamaan trafik di atas yang mengambil kira kesemua keadaan yang melibatkan gelombang kejutan, gelombang mampatan dan gelombang pengembangan dengan menggunakan kaedah FV. Tuliskan skim berangka dan tentukan bagaimana untuk mendapatkan nilai fluks di antara dua sel berhubung. Anda boleh menggunakan kaedah tepat ataupun kaedah-Roe.

Maklumat tambahan: Ingat semula bahawa nilai fluks di antara dua sel berhubung boleh ditentukan dengan menggunakan rajah yang melibatkan ciri kiri dan kanan sebagai masukan.

(8 marks/markah)

- Q3. [a] Figure Q3[a] shows 2 computational domains that are ready for grid generation process. Write down 3 simple steps in generating fully structured grids inside the domain. Then draw the grids in your answer script.**

Rajah S3[a] menunjukkan 2 domain pengiraan yang sedia untuk melalui proses penjanaan grid. Tuliskan 3 langkah mudah dalam menjanakan grid berstruktur secara keseluruhannya di dalam domain ini. Kemudian, lukiskan grid tersebut di dalam kertas jawapan anda.

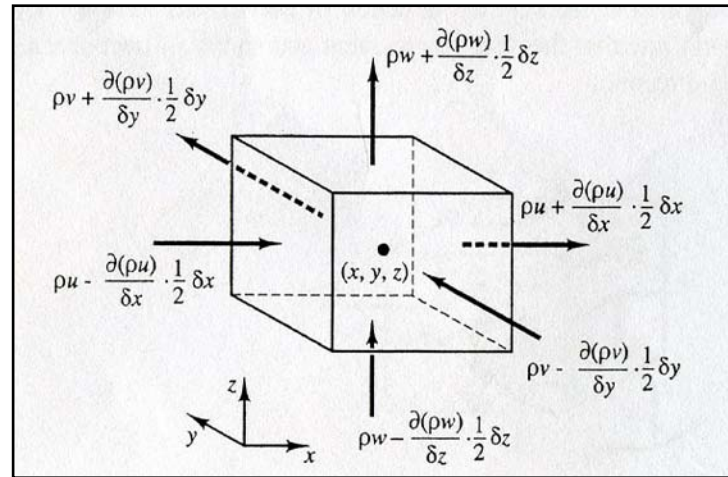


**Figure Q3[a]**  
Rajah S3[a]

(18 marks/markah)

- [b] Derive an equation for mass conservation using information given in Figure Q3[b].**

Terbitkan satu persamaan pengabadian jisim dengan menggunakan informasi yang diberikan dalam Rajah S3[b].



**Figure Q3[b]**  
Rajah S3[b]

(7 marks/markah)

- Q4. [a] A flow around an airfoil of 1 m chord length with zero angle of attack has a free stream velocity of 1 m/s. Determine what type of viscous model needed to model this flow.**

*Aliran di keliling kerajang udara dengan panjang kord 1m dan sudut serangan sifar mempunyai kelajuan arus bebas sebanyak 1 m/s. Carikan apakah jenis model likat yang perlu digunakan untuk memodelkan aliran ini.*

(5 marks/markah)

- [b] Describe the difference between RANS, LES, and DNS.**

*Terangkan perbezaan di antara RANS, LES, dan DNS.*

(5 marks/markah)

- [c] List down 3 aims of turbulent flow control and 3 methods to achieve those aims.**

*Senaraikan 3 matlamat utama kawalan aliran gelora dan 3 kaedah untuk mencapai matlamat tersebut.*

(9 marks/markah)

- [d] Describe the effects of Reynolds number on a flow passes around a 2D cylinder.**

*Terangkan kesan nombor Reynolds ke atas aliran yang melalui sebuah silinder 2D.*

(6 marks/markah)

---

UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

First Semester Examination  
Academic Session 2010/2011

November 2010

**EMH 211/3 – Thermodynamics**  
***Termodinamik***

Duration : 3 hours  
*Masa : 3 jam*

---

**INSTRUCTIONS TO CANDIDATE:**  
**ARAHAN KEPADA CALON:**

Please check that this paper contains **FOUR (4)** printed pages and **SEVEN (7)** questions before you begin the examination.

*Sila pastikan bahawa kertas soalan ini mengandungi **EMPAT (4)** mukasurat bercetak dan **TUJUH (7)** soalan sebelum anda memulakan peperiksaan.*

Answer **ALL** questions.  
*Jawab **SEMUA** soalan.*

You may answer all questions in **English** OR **Bahasa Malaysia** OR a combination of both.  
*Calon boleh menjawab semua soalan dalam **Bahasa Malaysia** ATAU **Bahasa Inggeris** ATAU kombinasi kedua-duanya.*

Answer to each question must begin from a new page.  
*Jawapan untuk setiap soalan mestilah dimulakan pada mukasurat yang baru.*

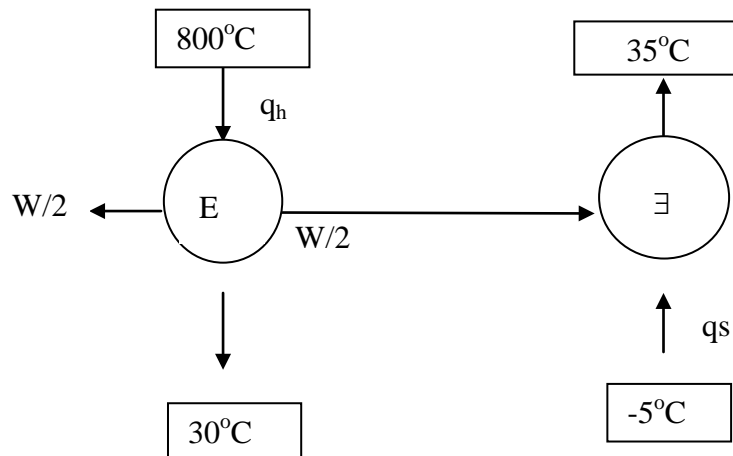
In the event of any discrepancies, the English version shall be used.  
*Sekiranya terdapat sebarang percanggahan pada soalan peperiksaan, versi Bahasa Inggeris hendaklah diguna pakai.*

**Table for Property Tables Booklet is provided.**  
***Jadual Sifat Bendalir Termodinamik adalah dibekalkan.***



- Q1.** A Carnot heat engine operates between two reservoirs at  $800^{\circ}\text{C}$  and  $30^{\circ}\text{C}$ . Half of the work output from the heat engine is used to drive a Carnot refrigerator that removes heat from the cold compartment at  $-5^{\circ}\text{C}$  and transfers it to the environment at  $35^{\circ}\text{C}$ . If  $q_s$  is  $100\text{ kJ/kg}$ , determine the heat input  $q_h$  to the heat engine.

*Sebuah mesin haba Carnot dikendalikan di antara dua takungan pada suhu  $800^{\circ}\text{C}$  dan  $30^{\circ}\text{C}$ . Setengah daripada kerja terhasil daripada mesin haba Carnot tersebut digunakan untuk menggerakkan sebuah penyejuk. Pam haba ini menarik haba daripada sebuah ruang pada suhu  $-5^{\circ}\text{C}$  dan memindah haba ke sekeliling pada  $35^{\circ}\text{C}$ . Jika  $q_s$   $100\text{ kJ/kg}$ , tentukan haba yang perlu dibekal  $q_h$  ke mesin haba.*



(100 marks/markah)

- Q2.** State the Second Law of Thermodynamics based on Kelvin-Planck statement with the aid of diagrams and prove the statement. Define entropy and state why entropy in heat transfer is generally higher than work done.

*Nyatakan Hukum Kedua Termodinamik berdasarkan kenyataan Kelvin-Planck dengan bantuan gambarajah dan buktikan kenyataan tersebut. Takrifkan entropi dan nyatakan kenapa entropi bagi pemindahan haba pada umumnya lebih tinggi daripada entropi kerja berlaku.*

(100 marks/markah)

- Q3.** One kilogram of fluid with pressure of 30 bar, temperature  $300^{\circ}\text{C}$  expands in a closed system based on law of  $pv^{1.1} = \text{constant}$  until its pressure become 1.0 bar. Determine heat flow and work done:

- (i) when the fluid is an air.
- (ii) when the fluid is steam.

Sketch for each of the process above on T-s diagram.

Satu kilogram bendalir dengan tekanan 30 bar dan suhu  $300^{\circ}\text{C}$  mengembang dalam sistem tertutup berdasarkan hukum  $p v^{1.1} = \text{malar}$  sehingga tekanannya menjadi 1.0 bar. Tentukan haba berpindah dan kerja berlaku:

- (i) Sekiranya bendalir adalah udara
- (ii) Sekiranya bendalir adalah stim

Lakarkan proses tersebut pada gambarajah T-s

(100 marks/markah)

**Q4. 0.3 kg steam at 8 MPa and dryness fraction of 0.5 expands isothermally behind a piston to a pressure of 1 MPa.**

- (i) Sketch the process on T-s diagram
- (ii) Determine the heat transferred during the process
- (iii) Determine the work done

0.3 kg stim pada tekanan 8 MPa dan pecahan kekeringan 0.5 mengembang di belakang omboh secara isoterma sehingga ke tekanan 1 MPa.

- (i) Lakarkan proses tersebut pada gambarajah T-s
- (ii) Tentukan haba terbekal semasa proses tersebut
- (iii) Tentukan kerja berlaku

(100 marks/markah)

**Q5. Is the efficiency of an Otto cycle lower/greater than the efficiency of a Diesel cycle? Derive further your answer based on the efficiency formula. Explain the efficiencies for Otto and Diesel cycles.**

Adakah kecekapan kitar Otto lebih tinggi/rendah daripada kecekapan kitar Diesel? Terbitkan jawapan anda dengan lebih lanjut berdasarkan formula kecekapan. Terangkan kecekapan kitar Otto dan Diesel.

(50 marks/markah)

**Q6. A gas turbine cycle operates between maximum temperatures of  $800^{\circ}\text{C}$  and minimum temperatures of  $30^{\circ}\text{C}$  with pressure ratio of 8:1. The isentropic efficiencies of the turbine and the compressor are 80%. Sketch the cycle and determine thermal efficiency and work ratio of the cycle.**

Sebuah kitar gas turbin dikendalikan di antara suhu maksimum  $800^{\circ}\text{C}$  dan suhu minimum  $30^{\circ}\text{C}$  dengan nisbah tekanan 8:1. Kecekapan isentropi bagi turbin dan pemampat adalah 80%. Lakarkan kitar tersebut dan tentukan kecekapan kitar dan nisbah kerja.

(100 marks/markah)

- Q7. A steam power plant operates on a superheat Rankine cycle. The state of the steam entering turbine is 4 MPa and 400°C. The pressure of the steam at turbine outlet is 50 kPa. Neglect pump work. The steam flow rate is 20 kg/s. Sketch the cycle and determine net power output and the efficiency of the cycle.**

*Sebuah loji kuasa dikendalikan berdasarkan kitar Rankine dengan pemanas semula. Kuasa turbin adalah 20 MW. Keadaan stim memasuki turbin adalah 4 MPa dan 400°C. Tekanan stim selepas turbin adalah 50 kPa. Abaikan kerja pam. Kadar alir stim adalah 20 kg/s. Lakarkan kitar dan tentukan kuasa net dan kecekapan kitar.*

**(100 marks/markah)**

**-oooOOooo-**

---

UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

First Semester Examination  
Academic Session 2010/2011

November 2010

**EMH 332/3 – Applied Thermodynamics**  
***Termodinamik Gunaan***

Duration : 3 hours  
*Masa : 3 jam*

---

**INSTRUCTIONS TO CANDIDATE:**  
**ARAHAN KEPADA CALON:**

Please check that this paper contains **EIGHT (8)** printed pages and **SIX (6)** questions before you begin the examination.

*Sila pastikan bahawa kertas soalan ini mengandungi **LAPAN (8)** mukasurat bercetak dan **ENAM (6)** soalan sebelum anda memulakan peperiksaan.*

Answer **FIVE** questions.

*Jawab **LIMA** soalan.*

You may answer all questions in **English** OR **Bahasa Malaysia** OR a combination of both.

*Calon boleh menjawab semua soalan dalam **Bahasa Malaysia** ATAU **Bahasa Inggeris** ATAU kombinasi kedua-duanya.*

Answer to each question must begin on a new page.

*Jawapan untuk setiap soalan mestilah dimulakan pada mukasurat yang baru.*

In the event of any discrepancies, the English version shall be used.

*Sekiranya terdapat sebarang percanggahan pada soalan peperiksaan, versi Bahasa Inggeris hendaklah diguna pakai.*

**Table for Property Tables Booklet is provided.**

***Jadual Sifat Bendalir Termodinamik adalah dibekalkan.***

- Q1. [a] Due to some leakages of air into condenser of the steam plant, explain briefly how these problems being solved and the losses involved.**

*Disebabkan kebocoran udara memasuki penyejuk bagi loji stim, terangkan secara ringkas bagaimana masalah diatasi dan kehilangan yang terlibat.*

**(20 marks/markah)**

- [b] For a steady flow taking place in an adiabatic mixing section, show that the temperature of mixing for any other of ideal gases is given as**

*Bagi aliran yang mantap berlaku di dalam sebuah seksyen campuran adiabatik, tunjukkan suhu campuran bagi semua gas unggul diberikan sebagai*

$$T = \frac{\sum n_i c_{pi} T_i}{\sum n_i c_{pi}}$$

**(30 marks/markah)**

- [c] An ideal-gas mixture of CO<sub>2</sub> (33.3%), CO, (50%) and O, (16.7%), by volume enters a steady-state compressor at 30°C and 60 m/s and leaves at 120°C and 90 m/s. Determine the shaft-work input required to run the compressor if a heat loss of 9.5 kJ/kg occurs during the process. If the volume flow rate at the entry is 12 m<sup>3</sup>/min and the pressure is 101 kPa, determine the power input to the compressor in kilowatts.**

*Sebuah campuran gas unggul bagi CO<sub>2</sub> (33.3%), CO, (50%) dan O, (16.7%), berdasarkan isipadu memasuki pemampat dengan keadaan mantap pada 30°C dan 60 m/s dan keluar pada 120°C and 90 m/s. Tentukan kerja aci masukan yang dikehendaki bagi menggerakkan pemampat jika kehilangan haba adalah 9.5 kJ/kg berlaku semasa proses. Jika kadar aliran isipadu disalur masuk ialah 12 m<sup>3</sup>/min dan tekanan adalah 101 kPa, tentukan kuasa masukan pada pemampat dalam kilowatt.*

**(50 marks/markah)**

- Q2. [a] Explain briefly a sweating phenomena occurs on the surface glass filled by ice cubes.**

*Terangkan secara ringkas fenomena berpeluh berlaku pada permukaan gelas yang diisi oleh kiub ais.*

**(20 marks/markah)**

- [b] Two air streams,  $m_{a1}$  and  $m_{a2}$  with different moisture contents enter the mixing box (assumed adiabatic) and leave with the mass flow rate of  $m_{a3}$ . Show that the ratio of  $m_{a1}/m_{a3}$  is given by:

$$\frac{m_{a1}}{m_{a3}} = \frac{\omega_2 - \omega_3}{\omega_2 - \omega_1} = \frac{h_2 - h_3}{h_2 - h_1}$$

Where  $h$  is the enthalpy and  $\omega$  is the moisture content values.

Dua arus udara,  $m_{a1}$  dan  $m_{a2}$  dengan nilai kelembapan yang berbeza memasuki kotak campuran (anggapkan adiabatik) dan keluar dengan kadar aliran jisim  $m_{a3}$ . Tunjukkan nisbah  $m_{a1}/m_{a3}$  diberikan sebagai:

$$\frac{m_{a1}}{m_{a3}} = \frac{\omega_2 - \omega_3}{\omega_2 - \omega_1} = \frac{h_2 - h_3}{h_2 - h_1}$$

Disini  $h$  adalah entalpi dan  $\omega$  adalah nilai kelembapan.

(30 marks/markah)

- [c] Two air streams are mixed steadily and adiabatically. The first stream at  $10^\circ\text{C}$  and 80% relative humidity enters at a rate of  $150 \text{ m}^3/\text{min}$ , while the second stream at  $32^\circ\text{C}$  and 60% relative humidity enters at a rate of  $100 \text{ m}^3/\text{min}$ . Assuming that the mixing process occurs at a pressure of 1 atm, determine:

Dua arus udara bercampur secara mantap dan adiabatik. Arus pertama pada kelembapan relatif  $10^\circ\text{C}$  dan 80% memasuki pada kadar  $150 \text{ m}^3/\text{min}$ , sementara arus kedua pada kelembapan relatif  $32^\circ\text{C}$  dan 60% memasuki pada kadar  $100 \text{ m}^3/\text{min}$ . Anggapkan proses campuran berlaku pada tekanan 1 atm, tentukan:

- (i) the specific humidity of the mixture

Kelembapan tentu bagi campuran

- (ii) the relative humidity of the mixture

Kelembapan relatif bagi campuran

- (iii) the dry bulb temperature of the mixture

Suhu bulb kering bagi campuran

- (iv) the volume flow rate of the mixture

Kadar aliran isipadu bagi isipadu

(50 marks/markah)

**Q3. [a] Explain briefly the terminology of adiabatic flame temperature**

*Terangkan secara ringkas terminologi bagi suhu nyalaan adiabatik*  
(20 marks/markah)

**[b] Determine the temperature at which 10 % of carbon dioxide (CO<sub>2</sub>) dissociates into carbon monoxide (CO) and oxygen gas (O<sub>2</sub>) at the pressure of 5 atm.**

*Tentukan suhu bagi 10% karbon dioksida (CO<sub>2</sub>) bertindak balas dalam dua arah kepada karbon monoksida dan gas oksigen pada tekanan 5 atm.*  
(30 marks/markah)

**[c] An unknown hydrocarbon is burnt with dry air. The volumetric analysis of the products on a dry basis is 12.5% CO<sub>2</sub>, 0.5% CO, 3% O<sub>2</sub> and 84% N<sub>2</sub>. Determine:**

*Suatu hidrokarbon yang tidak diketahui dibakar dengan udara kering. Analisa isipadu bagi produk berdasarkan kekeringan adalah 12.5% CO<sub>2</sub>, 0.5% CO, 3% O<sub>2</sub> and 84% N<sub>2</sub>. Tentukan:*

**(i) the fuel ratio**

*Nisbah bahanapi*

**(ii) the percentage of the theoretical air used**

*Peratus bagi teori udara yang digunakan*

**(iii) the fraction of the H<sub>2</sub>O which condenses as the products are cooled to 20°C at 100 kPa**

*Pecahan H<sub>2</sub>O yang terkondensasi sebagai produk yang disejukkan kepada 20°C pada 100 kPa*

(50 marks/markah)

**Q4. [a] There are different types of internal combustion engines and classification is necessary to describe a particular engine adequately. How does an engine been classified? Describe the engine classifications.**

*Terdapat banyak jenis enjin pembakaran dalam dan klasifikasi perlu dibuat untuk perihalkan perincian enjin dengan secukupnya. Bagaimana klasifikasi sesuatu enjin itu dibuat? Terangkan klasifikasi-klasifikasi enjin.*  
(30 marks/markah)

- [b] A four-cylinder automotive spark-ignition engine is being designed to provide a maximum brake torque of  $150 \text{ N.m}$  in the mid-speed range ( $\sim 3000 \text{ rev/min}$ ). Estimate the required engine displacement, bore and stroke, and the maximum brake power the engine will deliver. Assume that  $925 \text{ kPa}$  is an appropriate value for bmepp at the maximum engine torque point.**

*Satu enjin cucuhan bunga api empat silinder direkabentuk untuk menghasilkan brek kilas sebanyak  $150 \text{ N.m}$  dalam keadaan julat halaju tengah ( $\sim 3000 \text{ rev/min}$ ). Anggarkan sesaran enjin yang diperlukan, jara dan lejang, dan kuasa brek maksimum yang boleh dihasilkan enjin tersebut. Anggapkan nilai bmepp sebanyak  $925 \text{ kPa}$  adalah bersesuaian pada titik kilas enjin maksimum.*

**(50 marks/markah)**

- [c] The importance of the performance parameters such as the specific fuel consumption, efficiency, air/fuel and fuel/air ratios and volumetric efficiency to engine performance becomes evident when power, torque and mean effective pressure are expressed in terms of those parameters. How do the parameters are of direct importance to engine performance? Explain.**

*Kepentingan parameter-parameter prestasi seperti penggunaan bahan api tentu, kecekapan, nisbah udara/bahan api dan bahan api/udara dan kecekapan isipadu untuk sebuah enjin terbukti melalui nilai prestasi kuasa, tork dan kecekapan tekanan purata. Terangkan bagaimana parameter-parameter prestasi tersebut adalah penting kepada prestasi sesuatu enjin.*

**(20 marks/markah)**

- Q5. [a] Provide an illustrative description about the combustion process in spark ignition engine.**

*Huraikan secara terperinci beserta gambarajah mengenai proses pembakaran dalam enjin cucuhan bunga api.*

**(40 marks/markah)**



- [b] **The following data refer to a four cylinder four-stroke spark ignition engine:**

*Data-data berikut merujuk kepada enjin cucuhan bunga api empat-lejang empat silinder:*

<b>Engine speed</b> <i>Halaju enjin</i>	<b>: 40rev/s</b>
<b>Brake power</b> <i>Kuasa brek</i>	<b>: 40kW</b>
<b>Compression ratio</b> <i>Nisbah mampatan</i>	<b>: 10:1</b>
<b>Calorific value of fuel</b> <i>Nilai kalorifik bahanapi</i>	<b>: 44MJ/kg</b>
<b>Indicated thermal efficiency cycle</b> <i>Kecekapan terma tertunjuk</i>	<b>: 50% of air standard Otto cycle</b>
<b>Mechanical efficiency</b> <i>Kecekapan mekanikal</i>	<b>: 90%</b>
<b>Volumetric efficiency</b> <i>Kecekapan isipadu</i>	<b>: 92%</b>
<b>Specific heat capacity ratio</b> <i>Nisbah kapasiti haba tentu</i>	<b>: 1.4</b>
<b>Air-fuel ratio</b> <i>Nisbah udara-bahanapi</i>	<b>: 15.4:1</b>
<b>Ambient air conditions</b> <i>Keadaan udara persekitaran</i>	<b>: 1 bar and 18°C</b>

**Calculate:**

*Kirakan:*

- (i) **Specific fuel consumption based on the overall efficiency (in unit kg/MJ).**

*Penggunaan bahanapi tentu berdasarkan kecekapan keseluruhan (dalam unit kg/MJ).*

- (ii) **Total swept volume.**

*Isipadu tersapu keseluruhan.*

**(iii) Cylinder bore.***Jara silinder.***(iv) Brake mean effective pressure.***Tekanan berkesan min brek.***(60 marks/markah)**

- Q6. [a] Provide an illustrative description to represent a P-V diagram for a reciprocating compressor during the induction stroke, assuming the clearance is neglected. Discuss the effect of clearance upon the performance of an air compressor. Aid your answer with appropriate P-V diagram.**

*Huraikan dengan menggunakan rajah P-V untuk pemampat salingan ketika lejang aruhan dengan menganggapkan kelegaan diabaikan. Bincangkan kesan-kesan kelegaan terhadap prestasi untuk pemampat udara. Sertakan perbincangan tersebut dengan rajah P-V yang bersesuaian.*

**(30 marks/markah)**

- [b] A two-stage compressor is required to deliver air at 70 bar from an induction pressure of 1 bar, at the rate of  $2.4 \text{ m}^3/\text{min}$  measured at free air conditions of 1.013 bar and  $15^\circ\text{C}$ . The clearance volume is 3% of the swept volume in each cylinder and the compressor speed is 750 rpm. The index of compression and expansion is 1.25 for both cylinders and the temperature at the end of the induction stroke in each cylinder is  $32^\circ\text{C}$ . The mechanical efficiency of the compressor is 85%. Calculate:**

*Sebuah pemampat dua-peringkat menghantar udara pada 70 bar dari tekanan sedutan 1 bar pada kadar  $2.4 \text{ m}^3/\text{min}$  yang disukat pada keadaan udara bebas 1.013 bar dan  $15^\circ\text{C}$ . Isipadu kelegaan ialah 3% daripada isipadu tersapu bagi setiap silinder dan halaju pemampat ialah 750 rpm. Indeks mampatan dan pengembangan ialah 1.25 bagi kedua-dua silinder dan suhu pada akhir lejang sedutan bagi setiap silinder ialah  $32^\circ\text{C}$ . Kecekapan mekanik pemampat ialah 85%. Kirakan:*

**(i) The indicated power required.***Kuasa tertunjuk yang diperlukan.***(ii) The saving in the power over single-stage compression between the same pressure.**

*Penjimatan kuasa dibandingkan dengan pemampatan satu-peringkat bagi tekanan yang sama.*

**(iii) The swept volume of each cylinder.**

*Isipadu tersapu setiap silinder.*

**(iv) The required power output of the drive motor.**

*Kuasa keluaran motor yang diperlukan.*

**(70 marks/markah)**

**-0000000000-**

---

UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

First Semester Examination  
Academic Session 2010/2011

November 2010

**EMH 441/3 – Heat Transfer**  
***Pemindahan Haba***

Duration : 3 hours  
*Masa : 3 jam*

---

**INSTRUCTIONS TO CANDIDATE:**  
**ARAHAN KEPADA CALON:**

Please check that this paper contains **EIGHT (8)** printed pages, **TWO (2)** pages appendix and **SIX (6)** questions before you begin the examination.

*Sila pastikan bahawa kertas soalan ini mengandungi **LAPAN (8)** mukasurat bercetak, **DUA (2)** mukasurat lampiran dan **ENAM (6)** soalan sebelum anda memulakan peperiksaan.*

Answer **FIVE** questions.

*Jawab **LIMA** soalan.*

**Appendix/Lampiran :**

1. Table A-5: Properties of air at atmospheric pressure. [1 page/mukasurat]
2. Table A-6: Thermophysical properties of saturated water. [1 page/mukasurat]

You may answer all questions in **English** OR **Bahasa Malaysia** OR a combination of both.

*Calon boleh menjawab semua soalan dalam **Bahasa Malaysia** ATAU **Bahasa Inggeris** ATAU kombinasi kedua-duanya.*

Answer to each question must begin from a new page.

*Jawapan untuk setiap soalan mestilah dimulakan pada mukasurat yang baru.*

In the event of any discrepancies, the English version shall be used.

*Sekiranya terdapat sebarang percanggahan pada soalan peperiksaan, versi Bahasa Inggeris hendaklah diguna pakai.*

- Q1. [a] Uniform internal heat generation at  $\dot{q} = 5 \times 10^7 \text{ W/m}^3$  is occurring in a cylindrical nuclear reactor fuel rod of 50 mm diameter (refer Figure Q1[b]) and under steady-state conditions. The temperature distribution is of the form of  $T(r) = a + br^2$ , where  $T$  is in degrees Celsius and  $r$  is in meters. Given  $a = 800^\circ\text{C}$  and  $b = -4.167 \times 10^5 \text{ }^\circ\text{C/m}^2$ . The rod properties are  $k = 30 \text{ W/m.K}$  and  $\rho = 1100 \text{ kg/m}^3$  and  $C_p = 800 \text{ J/kg.K}$ .

Di dalam sebuah reaktor nuklear, penjanaan haba dalam sebanyak  $\dot{q} = 5 \times 10^7 \text{ W/m}^3$  berlaku pada rod bahan api silinder yang mempunyai diameter 50mm (rujuk Rajah S1[b]) dalam keadaan mantap. Taburan suhu pada rod tersebut diberikan dalam persamaan  $T(r) = a + br^2$ , di mana  $T$  adalah dalam Celcius dan  $r$  dalam unit meter. Diberikan  $a = 800^\circ\text{C}$  dan  $b = -4.167 \times 10^5 \text{ }^\circ\text{C/m}^2$ . Rod tersebut mempunyai  $k = 30 \text{ W/m.K}$  dan  $\rho = 1100 \text{ kg/m}^3$  and  $C_p = 800 \text{ J/kg.K}$ .

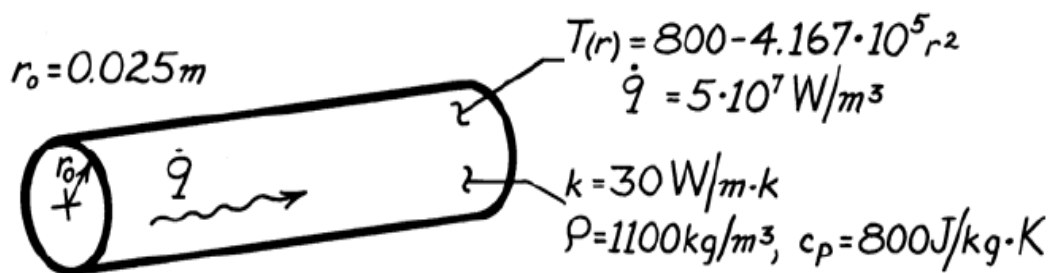


Figure Q1[a]  
Rajah S1[a]

- (i) Calculate the rate of heat transfer per unit length of the rod at  $r = 0$  (the centerline) and at  $r = 25 \text{ mm}$  (at the surface)?

Apakah kadar pemindahan haba seunit panjang rod tersebut pada  $r = 0$  (di tengah-tengah rod) dan  $r = 25 \text{ mm}$  (pada permukaan rod)?  
(50 marks/markah)

- (ii) If the reactor power level is suddenly increased to  $\dot{q} = 10^8 \text{ W/m}^3$ , estimate the initial time rate of temperature change at  $r = 0$  and  $r = 25 \text{ mm}$ ?

Sekiranya kuasa reaktor nuklear tersebut dinaikkan kepada  $\dot{q} = 10^8 \text{ W/m}^3$ , kirakan permulaan kadar perubahan suhu pada  $r = 0$  and  $r = 25 \text{ mm}$ ?

(50 marks/markah)

- Q2. [a] Define the term 'one-dimensional'. For one dimensional case, steady-state conduction without heat generation, explain the temperature distribution in a plane wall? Aid your answer with illustrations.

Takrifkan terma satu dimensi. Untuk kes satu dimensi dalam keadaan mantap tanpa penjanaan haba, terangkan taburan suhu untuk dinding rata. Sertakan gambarajah untuk jawapan anda.

(50 marks/markah)

- [b] A plane wall is a composite of two materials, A and B. The wall of the material A has uniform heat generation  $\dot{q} = 1.5 \times 10^6 \text{ W/m}^3$ ,  $k_A = 75 \text{ W/m.K}$  and thickness  $L_A = 50 \text{ mm}$ . The wall material B has no generation with  $k_B = 150 \text{ W/m.K}$  and thickness,  $L_B = 20 \text{ mm}$ . The inner surface material A is well insulated, while the outer surface of material B is cooled by a water stream with  $T_\infty = 30^\circ\text{C}$  and  $h = 1000 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$ .

Satu dinding satah komposit terdiri daripada dua jenis bahan iaitu bahan A dan B. Dinding bahan A mempunyai penjanaan haba sebanyak  $\dot{q} = 1.5 \times 10^6 \text{ W/m}^3$ ,  $k_A = 75 \text{ W/m.K}$  dan tebal  $L_A = 50 \text{ mm}$ . Dinding bahan B tiada penjanaan haba dengan nilai  $k_B = 150 \text{ W/m.K}$  dan tebal,  $L_B = 20 \text{ mm}$ . Permukaan dalam bahan A ditebat sepenuhnya, manakala permukaan luar bahan B disejukkan dengan menggunakan aliran air pada suhu  $T_\infty = 30^\circ\text{C}$  and  $h = 1000 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$ .

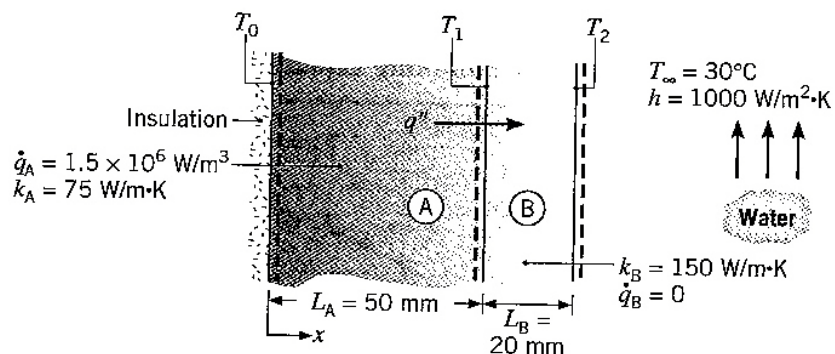


Figure Q2[b]

Rajah S2[b]

- (i) Sketch the temperature distribution that exists in the composite under steady-state conditions.

Lakarkan taburan suhu yang wujud di dalam bahan komposit dalam keadaan mantap.

(20 marks/markah)

- (ii) Determine the temperature  $T_0$  of the insulated surface and the temperature  $T_2$  of the cooled surface.

Kirakan suhu  $T_0$  untuk permukaan yang ditebat dan suhu  $T_2$  untuk permukaan yang disejukkan.

(30 marks/markah)

- Q3. [a] What is the definition of the Prandtl number? How does the value of the Prandtl number affect the relative growth of the velocity and thermal boundary layers for laminar flow over a surface?

Definisikan nombor Prandtl. Bagaimana nilai sesuatu nombor Prandtl akan mempengaruhi peningkatan relatif halaju dan lapisan sempadan suhu untuk aliran laminar di atas sesuatu permukaan.

(50 marks/markah)

- [b] A flat plate as in Figure Q3[b] of width 1m is maintained at a uniform surface temperature of  $T_s = 150^\circ\text{C}$  by using independently controlled, heat-generating rectangular module of thickness  $a = 10\text{ mm}$  and  $b = 50\text{ mm}$ . Each module is insulated from its neighbours, as well as on its back side. Atmospheric air  $25^\circ\text{C}$  flows over the plate at a velocity of  $30\text{ m/s}$ . The thermophysical properties of the module are  $k = 5.2\text{ W/m.K}$ ,  $C_p = 320\text{ J/kg.K}$  and  $\rho = 2300\text{ kg/m}^3$ .

Plat permukaan rata seperti dalam Rajah S3[b] yang mempunyai lebar 1m ditetapkan suhu permukaan pada  $T_s = 150^\circ\text{C}$  dengan menggunakan kawalan tak bersandar, modul penjana haba berbentuk segiempat yang mempunyai tebal  $a = 10\text{ mm}$  dan  $b = 50\text{ mm}$ . Setiap modul tersebut ditebat dengan modul bersebelahan dan juga di sisi belakangnya. Suhu atmosfera  $25^\circ\text{C}$  mengalir pada plat tersebut pada halaju  $30\text{ m/s}$ . Modul tersebut mempunyai  $k = 5.2\text{ W/m.K}$ ,  $C_p = 320\text{ J/kg.K}$  dan  $\rho = 2300\text{ kg/m}^3$ .

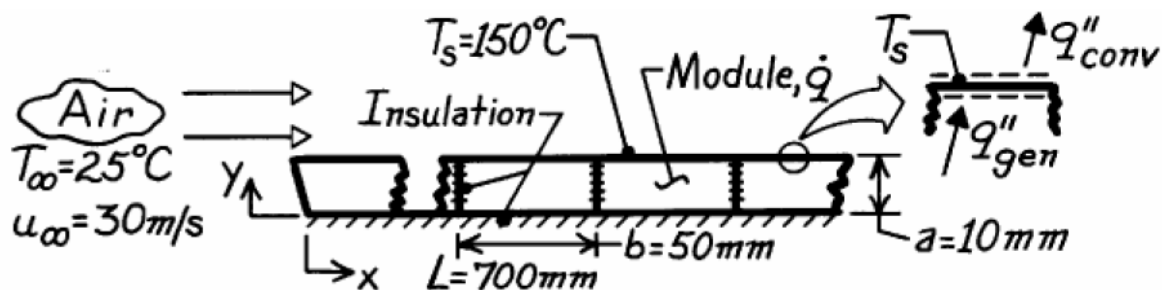


Figure Q2[c]  
Rajah S2[c]

- (i) Calculate the required power generation,  $\dot{q}$  ( $W/m^3$ ), in a module positioned at a distance 700 mm from the leading edge.

*Kirakan kuasa janaan yang diperlukan  $\dot{q}$  ( $W/m^3$ ), dalam modul tersebut sekiranya diletakkan pada jarak 700 mm daripada sisi permulaan.*

(20 marks/markah)

- (ii) Calculate the maximum temperature  $T_{max}$  in the heating generating module.

*Kirakan suhu maksimum  $T_{max}$  di dalam penjanaan haba modul tersebut.*

(30 marks/markah)

- Q4. [a] Explain with the aid of appropriate diagram illustrating the boiling curve, identify the key features of the boiling process at atmospheric pressure. Discuss the influence of the surface roughness for the nucleate boiling region.

*Terangkan dengan bantuan gambarajah yang menunjukkan graf pendidihan, kenalpastikan sifat-sifat terlibat dalam proses pendidihan pada tekanan atmosfera. Bincangkan kesan kekasaran permukaan kepada sifat pendidihan nucleus.*

(50 marks/markah)

- [b] A nickel coated heater element (refer to Figure Q4[b]) with a thickness of 15mm and a thermal conductivity of  $50 W/m.K$  is exposed to saturated water at atmospheric pressure. A thermocouple is attached to the back surface, which is well insulated. Measurement at a particular operating condition yield an electrical power dissipation in the heater element of  $6.950 \times 10^7 W/m^3$  and a temperature of  $T_0 = 266.4^\circ C$ .

*Satu elemen pemanas yang dilapisi dengan nikel (rujuk Rajah S4[b]) mempunyai ketebalan 15 mm dan konduktiviti haba  $50 W/m.K$  terdedah kepada air pada tekanan atmosfera. Satu pengganding suhu di lekatkan pada permukaan belakang pemanas tersebut yang ditebat. Pengukuran pada keadaan operasi menghasilkan kehilangan kuasa elektrik melalui pelepasan sebanyak  $6.950 \times 10^7 W/m^3$  dan suhu  $T_0 = 266.4^\circ C$ .*



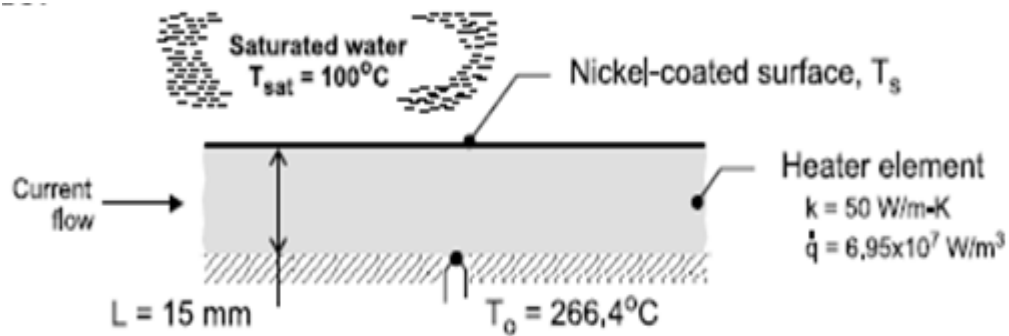


Figure Q2[c]  
Rajah S2[c]

- (i) From the foregoing data, calculate the surface temperature,  $T_s$ , and the heat flux at the exposed surface.

Berdasarkan data yang diberikan, kirakan suhu permukaan,  $T_s$  dan juga flux haba pada permukaan yang terdedah.

(20 marks/markah)

- (ii) Using the surface heat flux determined in part (i), estimate the surface temperature by applying an appropriate boiling correlation.

Menggunakan jawapan flux haba permukaan pada bahagian (i), anggarkan suhu permukaan dengan menggunakan korelasi pendidihan yang bersesuaian.

(30 marks/markah)

- Q5. [a] What is meant by the overall heat transfer coefficient? With an example, explain how the overall heat transfer coefficient is related to the total thermal resistance and the heat transfer between two fluids?

Apakah yang dimaksudkan dengan pemalar pemindahan haba keseluruhan? Dengan mengemukakan satu contoh, terangkan bagaimana pemalar haba keseluruhan dikaitkan dengan rintangan haba keseluruhan dan pemindahan haba di antara dua bendalir?

(50 marks/markah)

- [b] A steel tube ( $k = 50 \text{ W/m.K}$ ) of inner and outer diameters  $D_i = 20 \text{ mm}$  and  $D_o = 26 \text{ mm}$ , respectively, is used to transfer heat from hot gases flowing over the tube ( $h_h = 200 \text{ W/m}^2.\text{K}$ ) to cold water flowing through tube ( $h_c = 8000 \text{ W/m}^2.\text{K}$ ). What is the cold-side overall heat transfer coefficient  $U_c$ ? To enhance the heat transfer, 16 straight fins of rectangular profile are installed longitudinally along the outer surface of the tube. The fins are equally spaced around the circumference of the tube, each having a thickness of 2 mm and a length of 15 mm. What is the corresponding overall heat transfer coefficient  $U_c$ ?

Tiub keluli ( $k = 50 \text{ W/m.K}$ ) yang mempunyai diameter dalaman dan luaran  $D_i = 20 \text{ mm}$  dan  $D_o = 26 \text{ mm}$ , digunakan untuk memindahkan haba daripada gas panas yang mengalir di dalam tiub ( $h_h = 200 \text{ W/m}^2.\text{K}$ ) ke air sejuk melalui tiub ( $h_c = 8000 \text{ W/m}^2.\text{K}$ ). Apakah pemalar pemindahan haba keseluruhan  $U_c$ ? Untuk meningkatkan pemindahan haba, 16 sirip lurus yang mempunyai profil segiempat-tepat dipasangkan secara longitudinal di sepanjang permukaan luar tiub tersebut. Sirip-sirip tersebut diregangkan pada jarak yang sama pada perimeter tiub, setiap satunya mempunyai ketebalan 2 mm dan panjang 15 mm. Kirakan pemalar pemindahan haba keseluruhan  $U_c$ ?

(50 marks/markah)

- Q6. [a] What are the characteristics of a blackbody? The emissive power of a body  $E$  is defined as the energy emitted by the body per unit area and per unit time. Derive the Kirchhoff Law which relates the emissive power of a body and the material properties defined as in the Figure Q6[a]

Apakah kriteria-kriteria suatu jasad hitam? Kuasa pancaran sesuatu jasad  $E$  didefinisikan sebagai tenaga yang dipancarkan oleh jasad tersebut per unit luas dan per unit masa. Terbitkan Hukum Kirchhoff yang menghubungkan kuasa pancaran sesuatu jasad dan ciri bahan seperti dalam Rajah S6[a].

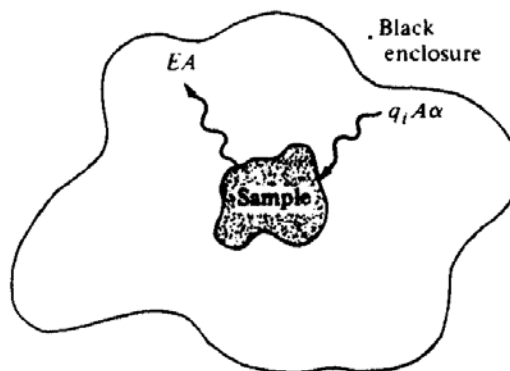
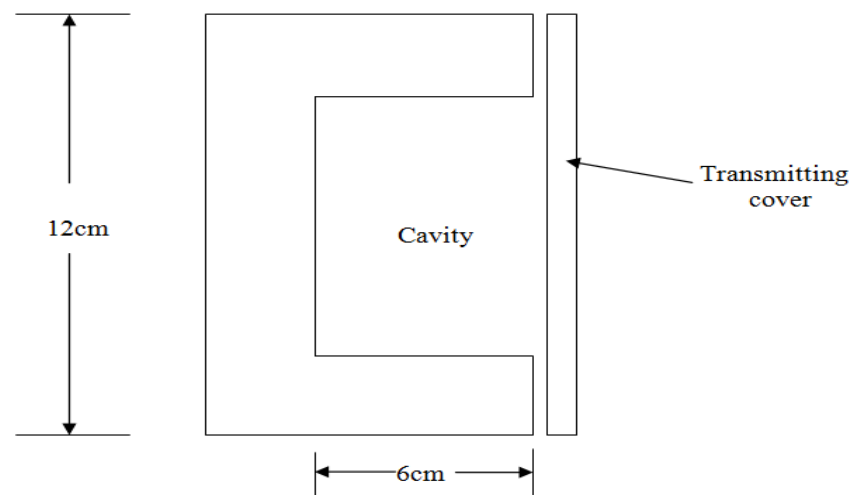


Figure Q6[a]  
Rajah S6[a]

(50 marks/markah)

- [b] A partially transparent covering is placed over the square cavity as shown in the Figure Q6[b]. The inside temperature of the cavity can be varied from 350 to 500 K, and the assembly exchanges heat with a large room at 300 K. Suppose it is possible to fabricate the covering material such that a variable transmissivity can be tailored to produce a constant net radiant exchange between the assembly and room for the temperature range indicated. Perform an appropriate analysis to design a suitable set of radiation properties for the covering material. Be sure state clearly all assumptions.

*Satu pembalut lutsinar diletakkan di atas geronggang segi empat tepat seperti dalam Rajah S6[b]. Suhu pada bahagian dalam geronggang berada dalam julat 350 – 500 K dan berlaku pemindahan haba di antara objek dan bilik pada suhu 300 K. Sekiranya pembalut lutsinar tersebut boleh difabrikasikan, dengan syarat pembolehubah transmisiviti diambilkira untuk menghasilkan pertukaran sinar net antara objek dan bilik pada julat suhu yang dinyatakan. Hasilkan analisis yang bersesuaian untuk merekabentuk sejumlah set radiasi untuk sesuatu bahan pembalut. Nyatakan semua anggapan untuk analisis tersebut.*



**Figure Q6[b]**  
Rajah S6[b]

**(50 marks/markah)**

**Table A-5: Properties of air at atmospheric pressure.**Table A-5 | Properties of air at atmospheric pressure.<sup>†</sup>

The values of $\mu$ , $k$ , $c_p$ , and Pr are not strongly pressure-dependent and may be used over a fairly wide range of pressures							
$T, K$	$\rho$ kg/m <sup>3</sup>	$c_p$ kJ/kg · °C	$\mu \times 10^5$ kg/m · s	$\nu \times 10^6$ m <sup>2</sup> /s	$k$ W/m · °C	$\alpha \times 10^4$ m <sup>2</sup> /s	Pr
100	3.6010	1.0266	0.6924	1.923	0.009246	0.02501	0.770
150	2.3675	1.0099	1.0283	4.343	0.013735	0.05745	0.753
200	1.7684	1.0061	1.3289	7.490	0.01809	0.10165	0.739
250	1.4128	1.0053	1.5990	11.31	0.02227	0.15675	0.722
300	1.1774	1.0057	1.8462	15.69	0.02624	0.22160	0.708
350	0.9980	1.0090	2.075	20.76	0.03003	0.2983	0.697
400	0.8826	1.0140	2.286	25.90	0.03365	0.3760	0.689
450	0.7833	1.0207	2.484	31.71	0.03707	0.4222	0.683
500	0.7048	1.0295	2.671	37.90	0.04038	0.5564	0.680
550	0.6423	1.0392	2.848	44.34	0.04360	0.6532	0.680
600	0.5879	1.0551	3.018	51.34	0.04659	0.7512	0.680
650	0.5430	1.0635	3.177	58.51	0.04953	0.8578	0.682
700	0.5030	1.0752	3.332	66.25	0.05230	0.9672	0.684
750	0.4709	1.0856	3.481	73.91	0.05509	1.0774	0.686
800	0.4405	1.0978	3.625	82.29	0.05779	1.1951	0.689
850	0.4149	1.1095	3.765	90.75	0.06028	1.3097	0.692
900	0.3925	1.1212	3.899	99.3	0.06279	1.4271	0.696
950	0.3716	1.1321	4.023	108.2	0.06525	1.5510	0.699
1000	0.3524	1.1417	4.152	117.8	0.06752	1.6779	0.702
1100	0.3204	1.160	4.44	138.6	0.0732	1.969	0.704
1200	0.2947	1.179	4.69	159.1	0.0782	2.251	0.707
1300	0.2707	1.197	4.93	182.1	0.0837	2.583	0.705
1400	0.2515	1.214	5.17	205.5	0.0891	2.920	0.705
1500	0.2355	1.230	5.40	229.1	0.0946	3.262	0.705
1600	0.2211	1.248	5.63	254.5	0.100	3.609	0.705
1700	0.2082	1.267	5.85	280.5	0.105	3.977	0.705
1800	0.1970	1.287	6.07	308.1	0.111	4.379	0.704
1900	0.1858	1.309	6.29	338.5	0.117	4.811	0.704
2000	0.1762	1.338	6.50	369.0	0.124	5.260	0.702
2100	0.1682	1.372	6.72	399.6	0.131	5.715	0.700
2200	0.1602	1.419	6.93	432.6	0.139	6.120	0.707
2300	0.1538	1.482	7.14	464.0	0.149	6.540	0.710
2400	0.1458	1.574	7.35	504.0	0.161	7.020	0.718
2500	0.1394	1.688	7.57	543.5	0.175	7.441	0.730

<sup>†</sup>From Natl. Bur. Stand. (U.S.) Circ. 564, 1955.

**Table A-6: Thermophysical properties of saturated water.**TABLE A.6 Thermophysical Properties of Saturated Water<sup>a</sup>

Temperature, $T$ (K)	Pressure, $p$ (bars) <sup>b</sup>	Specific Volume (m <sup>3</sup> /kg)		Heat of Vaporization, $h_{fg}$ (kJ/kg)	Specific Heat (kJ/kg · K)		Viscosity (N · s/m <sup>2</sup> )		Thermal Conductivity (W/m · K)		Prandtl Number		Surface Tension, $\sigma_f \cdot 10^3$ (N/m)	Expansion Coefficient, $\beta_f \cdot 10^6$ (K <sup>-1</sup> )	Temperature, $T$ (K)
		$v_f \cdot 10^3$	$v_g$		$c_{p,f}$	$c_{p,g}$	$\mu_f \cdot 10^6$	$\mu_g \cdot 10^6$	$k_f \cdot 10^3$	$k_g \cdot 10^3$	$Pr_f$	$Pr_g$			
273.15	0.00611	1.000	206.3	2502	4.217	1.854	1750	8.02	569	18.2	12.99	0.815	75.5	-68.05	273.15
275	0.00697	1.000	181.7	2497	4.211	1.855	1652	8.09	574	18.3	12.22	0.817	75.3	-32.74	275
280	0.00990	1.000	130.4	2485	4.198	1.858	1422	8.29	582	18.6	10.26	0.825	74.8	46.04	280
285	0.01387	1.000	99.4	2473	4.189	1.861	1225	8.49	590	18.9	8.81	0.833	74.3	114.1	285
290	0.01917	1.001	69.7	2461	4.184	1.864	1080	8.69	598	19.3	7.56	0.841	73.7	174.0	290
295	0.02617	1.002	51.94	2449	4.181	1.868	959	8.89	606	19.5	6.62	0.849	72.7	227.5	295
300	0.03531	1.003	39.13	2438	4.179	1.872	855	9.09	613	19.6	5.83	0.857	71.7	276.1	300
305	0.04712	1.005	29.74	2426	4.178	1.877	769	9.29	620	20.1	5.20	0.865	70.9	320.6	305
310	0.06221	1.007	22.93	2414	4.178	1.882	695	9.49	628	20.4	4.62	0.873	70.0	361.9	310
315	0.08132	1.009	17.82	2402	4.179	1.888	631	9.69	634	20.7	4.16	0.883	69.2	400.4	315
320	0.1053	1.011	13.98	2390	4.180	1.895	577	9.89	640	21.0	3.77	0.894	68.3	436.7	320
325	0.1351	1.013	11.06	2378	4.182	1.903	528	10.09	645	21.3	3.42	0.901	67.5	471.2	325
330	0.1719	1.016	8.82	2366	4.184	1.911	489	10.29	650	21.7	3.15	0.908	66.6	504.0	330
335	0.2167	1.018	7.09	2354	4.186	1.920	453	10.49	656	22.0	2.88	0.916	65.8	535.5	335
340	0.2713	1.021	5.74	2342	4.188	1.930	420	10.69	660	22.3	2.66	0.925	64.9	566.0	340
345	0.3372	1.024	4.683	2329	4.191	1.941	389	10.89	668	22.6	2.45	0.933	64.1	595.4	345
350	0.4163	1.027	3.846	2317	4.195	1.954	365	11.09	668	23.0	2.29	0.942	63.2	624.2	350
355	0.5100	1.030	3.180	2304	4.199	1.968	343	11.29	671	23.3	2.14	0.951	62.3	652.3	355
360	0.6209	1.034	2.645	2291	4.203	1.983	324	11.49	674	23.7	2.02	0.960	61.4	697.9	360
365	0.7514	1.038	2.212	2278	4.209	1.999	306	11.69	677	24.1	1.91	0.969	60.5	707.1	365
370	0.9040	1.041	1.861	2265	4.214	2.017	289	11.89	679	24.5	1.80	0.978	59.5	728.7	370
373.15	1.0133	1.044	1.679	2257	4.217	2.029	279	12.02	680	24.8	1.76	0.984	58.9	750.1	373.15
375	1.0815	1.045	1.574	2252	4.220	2.036	274	12.09	681	24.9	1.70	0.987	58.6	761	375
380	1.2869	1.049	1.337	2239	4.226	2.057	260	12.29	683	25.4	1.61	0.999	57.6	788	380
385	1.5233	1.053	1.142	2225	4.232	2.080	248	12.49	685	25.8	1.53	1.004	56.6	814	385
390	1.794	1.058	0.980	2212	4.239	2.104	237	12.69	686	26.3	1.47	1.013	55.6	841	390
400	2.455	1.067	0.731	2183	4.256	2.158	217	13.05	688	27.2	1.34	1.033	53.6	896	400
410	3.302	1.077	0.553	2153	4.278	2.221	200	13.42	688	28.2	1.24	1.054	51.5	952	410
420	4.370	1.088	0.425	2123	4.302	2.291	185	13.79	688	29.8	1.16	1.075	49.4	1010	420
430	5.699	1.099	0.331	2091	4.331	2.369	173	14.14	685	30.4	1.09	1.10	47.2		430

## APPENDIX 2/LAMPIRAN 2

CONTINUE...

440	7.333	1.110	0.261	2059	4.36	2.46	162	14.50	682	31.7	1.04	1.12	45.1	440
450	9.319	1.123	0.208	2024	4.40	2.56	152	14.85	678	33.1	0.99	1.14	42.9	450
460	11.71	1.137	0.167	1989	4.44	2.68	143	15.19	673	34.6	0.95	1.17	40.7	460
470	14.55	1.152	0.136	1951	4.48	2.79	136	15.54	667	36.3	0.92	1.20	38.5	470
480	17.90	1.167	0.111	1912	4.53	2.94	129	15.88	660	38.1	0.89	1.23	36.2	480
490	21.83	1.184	0.0922	1870	4.59	3.10	124	16.23	651	40.1	0.87	1.25	33.9	490
500	26.40	1.203	0.0766	1825	4.66	3.27	118	16.59	642	42.3	0.86	1.28	31.6	500
510	31.66	1.222	0.0631	1779	4.74	3.47	113	16.95	631	44.7	0.85	1.31	29.3	510
520	37.70	1.244	0.0525	1730	4.84	3.70	108	17.33	621	47.5	0.84	1.35	26.9	520
530	44.58	1.268	0.0445	1679	4.95	3.96	104	17.72	608	50.6	0.85	1.39	24.5	530
540	52.38	1.294	0.0375	1622	5.08	4.27	101	18.1	594	54.0	0.86	1.43	22.1	540
550	61.19	1.323	0.0317	1564	5.24	4.64	97	18.6	580	58.3	0.87	1.47	19.7	550
560	71.08	1.355	0.0269	1499	5.43	5.09	94	19.1	563	63.7	0.90	1.52	17.3	560
570	82.16	1.392	0.0228	1429	5.68	5.67	91	19.7	548	76.7	0.94	1.59	15.0	570
580	94.51	1.433	0.0193	1353	6.00	6.40	88	20.4	528	76.7	0.99	1.68	12.8	580
590	108.3	1.482	0.0163	1274	6.41	7.35	84	21.5	513	84.1	1.05	1.84	10.5	590
600	123.5	1.541	0.0137	1176	7.00	8.75	81	22.7	497	92.9	1.14	2.15	8.4	600
610	137.3	1.612	0.0115	1068	7.85	11.1	77	24.1	467	103	1.30	2.60	6.3	610
620	159.1	1.705	0.0094	941	9.35	15.4	72	25.9	444	114	1.52	3.46	4.5	620
625	169.1	1.778	0.0085	858	10.6	18.3	70	27.0	430	121	1.65	4.20	3.5	625
630	179.7	1.856	0.0075	781	12.6	22.1	67	28.0	412	130	2.0	4.8	2.6	630
635	190.9	1.935	0.0066	683	16.4	27.6	64	30.0	392	141	2.7	6.0	1.5	635
640	202.7	2.075	0.0057	560	26	42	59	32.0	367	155	4.2	9.6	0.8	640
645	215.2	2.351	0.0045	361	90	—	54	37.0	331	178	12	26	0.1	645
647.3 <sup>c</sup>	221.2	3.170	0.0032	0	∞	∞	45	45.0	238	238	∞	∞	0.0	647.3 <sup>c</sup>

<sup>a</sup>Adapted from Reference 22.<sup>b</sup>1 bar = 10<sup>5</sup> N/m<sup>2</sup>.<sup>c</sup>Critical temperature.

---

UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

First Semester Examination  
Academic Session 2010/2011

November 2010

**EMH 451/3 – Numerical Methods For Engineers**  
***Kaedah Berangka Untuk Jurutera***

Duration : 2 hours  
*Masa : 2 jam*

---

**INSTRUCTIONS TO CANDIDATE:**

**ARAHAN KEPADA CALON:**

Please check that this paper contains **SEVEN (7)** printed pages, **ONE (1)** page appendix and **THREE (3)** questions before you begin the examination.

*Sila pastikan bahawa kertas soalan ini mengandungi **TUJUH (7)** mukasurat bercetak, **SATU (1)** mukasurat lampiran dan **TIGA (3)** soalan sebelum anda memulakan peperiksaan.*

Answer **ALL** questions.

*Jawab **SEMUA** soalan.*

**Appendix/Lampiran :**

1. Pseudocode for the LU Method and the CG Method [1 page/mukasurat]

You may answer all questions in **English** OR **Bahasa Malaysia** OR a combination of both.

*Calon boleh menjawab semua soalan dalam **Bahasa Malaysia** ATAU **Bahasa Inggeris** ATAU kombinasi kedua-duanya.*

Answer to each question must begin from a new page.

*Jawapan untuk setiap soalan mestilah dimulakan pada mukasurat yang baru.*

In the event of any discrepancies, the English version shall be used.

*Sekiranya terdapat sebarang percanggahan pada soalan peperiksaan, versi Bahasa Inggeris hendaklah diguna pakai.*

**Q1. [a] Provide BRIEF answers to the following questions:**

- (i) What is Galerkin's method?
- (ii) What is the condition of the basis functions used as finite elements?
- (iii) What is the order of convergence in error for Finite Element Method (FEM) with respect to element size  $h$ ?
- (iv) Describe briefly about the LU decomposition method and Conjugate Gradient (CG) method including their advantages and disadvantages.

*Berikan jawapan-jawapan RINGKAS bagi soalan-soalan berikut:*

- (i) *Apakah kaedah Galerkin?*
- (ii) *Apakah syarat bagi fungsi-fungsi basis yang digunakan sebagai unsur-unsur terhingga?*
- (iii) *Apakah darjah penumpuan di dalam ralat bagi FEM yang berkaitan dengan saiz unsur  $h$ ?*
- (iv) *Terangkan dengan secara ringkas tentang kaedah penguraian LU dan kaedah kecerunan konjugat (CG) termasuk kebaikan dan kekurangan masing-masing.*

**(20 marks/markah)**

**[b] Consider a heat conduction problem in a straight metal wire of 1 m length. The temperatures at  $x = 0$  m and  $x = 1$  m are 0 K and 200 K, respectively. A constant heat source of 5 W/m is supplied along the wire. The material has thermal conductivity of 2 W/K/m.**

- (i) State the strong form of the PDE for the above problem (derivation not necessary).
- (ii) Suppose the domain is discretized equally, and the mesh has the element and node numbers as in Figure Q1[b]. Set up the corresponding system matrix  $K$  and load vector  $b$ . Ignore the effect of the boundary conditions. Show the non-zero values in the matrix and vector with “\*”. Do not solve the problem.
- (iii) Without any calculations, sketch the plot of the expected FEM solution of the temperature  $T(x)$  along the wire given by the mesh above.



**Figure Q1[b]***Rajah S1[b]*

Diberikan masalah pengaliran haba di dalam sebatang wayar logam lurus sepanjang 1 m. Suhu pada  $x = 0$  m and  $x = 1$  m adalah masing-masing 0 K dan 200 K. Sumber haba malar 5 W/m diberikan sepanjang wayar. Bahan itu mempunyai kekonduksian haba 2 W/K/m.

- (i) Nyatakan bentuk kuat persamaan spara kebezaan bagi masalah di atas (terbitan tidak perlu).
- (ii) Andaikan domain itu dibahagikan sama rata, dan jaring itu mempunyai nombor unsur dan nod seperti yang tertera di dalam Rajah S1[b]. Binakan matriks sistem  $\mathbf{K}$  dan vektor beban  $\mathbf{b}$ . Abaikan kesan syarat-syarat sempadan. Tunjukkan nilai-nilai bukan sifar di dalam matriks dan vektor dengan simbol “\*”. Jangan selesaikan masalah ini.
- (iii) Tanpa pengiraan, lakarkan plot bagi suhu yang dijangkakan  $T(x)$  dari penyelesaian FEM yang diberikan oleh jaring di atas pada sepanjang wayar itu.

**(40 marks/markah)**

- [c] For a linear system  $\mathbf{A} \cdot \mathbf{x} = \mathbf{b}$ , where  $\mathbf{A} = \begin{bmatrix} 1 & -1 & -2 \\ -1 & 4 & 0 \\ -2 & 0 & 1 \end{bmatrix}$  and  $\mathbf{b} = \begin{bmatrix} 1 \\ 2 \\ 0 \end{bmatrix}$ , use either the LU decomposition or the CG method to solve for  $\mathbf{x}$ . If the CG method is used, show three iteration steps to find  $\mathbf{x}$ . Refer to the respective pseudocodes in the Appendix.

Bagi sistem linear  $\mathbf{A} \cdot \mathbf{x} = \mathbf{b}$ , di mana  $\mathbf{A} = \begin{bmatrix} 1 & -1 & -2 \\ -1 & 4 & 0 \\ -2 & 0 & 1 \end{bmatrix}$  dan  $\mathbf{b} = \begin{bmatrix} 1 \\ 2 \\ 0 \end{bmatrix}$ , gunakan samada kaedah uraian LU atau kaedah kecerunan konjugat (CG) untuk menyelesaikan  $\mathbf{x}$ . Jika kaedah CG digunakan, tunjukkan tiga langkah lelaran untuk mencari  $\mathbf{x}$ . Rujuk pseudokod yang berkaitan di dalam Lampiran.

**(40 marks/markah)**

- Q2. [a] State and show that whether the following equations are elliptic, parabolic or hyperbolic.

Nyata dan tunjukkan samada persamaan berikut adalah elip, parabola atau hiperbola.

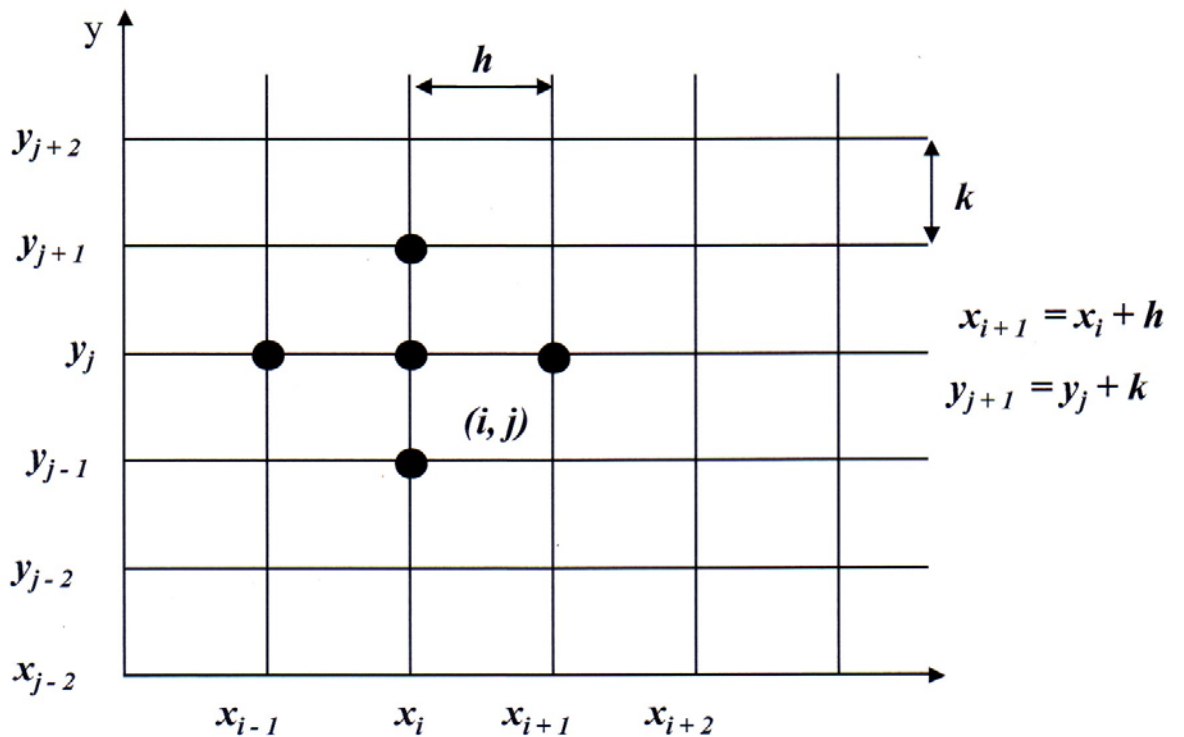
- (i)  $3\frac{\partial^2 f}{\partial x^2} + 4\frac{\partial^2 f}{\partial y^2} = 0$
- (ii)  $\frac{\partial^2 f}{\partial x^2} - \frac{\partial^2 f}{\partial y^2} = 0$
- (iii)  $\frac{\partial^2 f}{\partial x^2} + 2\frac{\partial^2 f}{\partial y^2} + 4\frac{\partial f}{\partial y} = 0$
- (iv)  $\frac{\partial^2 f}{\partial x \partial y} - \frac{\partial f}{\partial y} = 0$
- (v)  $\frac{\partial^2 f}{\partial x^2} + 6\frac{\partial^2 f}{\partial x \partial y} + 9\frac{\partial^2 f}{\partial y^2} = 0$

(30 marks/markah)

[b] **Discretize the following first and second derivatives using the central differential approximations based on the grid given in Figure Q2[b].**

*Diskretkan pembezaan pertama dan kedua berikut dengan menggunakan anggaran pembezaan pusat berdasarkan grid yang diberikan di dalam Rajah S2[b].*

- (i)  $\frac{\partial T}{\partial x}$     (ii)  $\frac{\partial T}{\partial y}$     (iii)  $\frac{\partial^2 T}{\partial x^2}$     (iv)  $\frac{\partial^2 T}{\partial y^2}$     (v)  $\frac{\partial^2 T}{\partial x \partial y}$



**Figure Q2[b]**  
Rajah S2[b]

(30 marks/markah)

- [c] **The problem of determining the subsurface temperature fluctuations of rock as the result of daily temperature variations can be predicted using the equation below:**

*Masalah menentukan turun naik suhu sub-permukaan bagi batu disebabkan oleh perubahan suhu harian boleh diramalkan dengan menggunakan persamaan di bawah:*

$$\frac{\partial T(t, x)}{\partial t} = K \frac{\partial^2 T}{\partial x^2}, \quad 0 \leq t \leq 24 \text{hrs} \quad \text{and} \quad 0 \leq x \leq 100 \text{m}$$

**where  $T$  is temperature,  $x$  is the depth from the surface, and  $t$  is time.  $K$  is a constant.**

*di mana  $T$  ialah suhu,  $x$  ialah kedalaman dari permukaan, dan  $t$  ialah masa.  $K$  ialah pemalar.*

**Given the boundary and initial conditions as**

*Diberikan keadaan sempadan dan awal adalah*

$$T(t, 0) = 15 - 10 \sin\left(\frac{2\pi t}{24}\right), \quad 0 \leq t \leq 24 \text{hrs}$$

$$\frac{\partial T(t, 100)}{\partial x} = 0$$

$$T(0, x) = 15.0 \quad 0 \leq x \leq 100 \text{m}$$

**Use the explicit formula as**

*Gunakan formula tersurat sebagai*

$$T_i^{l+1} = T_i^l + \lambda(T_{i+1}^l - 2T_i^l + T_{i-1}^l)$$

**where  $\lambda = K\Delta t / \Delta x^2$  and  $K$  is  $1 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$ . Using FIVE grid points including the boundaries, calculate the temperature of the rock for first four time steps and comment on the results.**

*Di sini  $\lambda = K\Delta t / \Delta x^2$  dan  $K$  adalah  $1 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$ . Dengan menggunakan, LIMA titik grid termasuk sempadan, kirakan suhu batu bagi empat selang masa yang pertama dan komen ke atas keputusan yang didapati.*

**(40 marks/markah)**

- Q3. [a] In your own words, explain the differences between finite volume (FV), finite difference (FD) and finite element (FE) methods. Are these three methods related to each other? If so, please mathematically relate all the three methods.**

*Dengan menggunakan pemahaman sendiri, terangkan perbezaan antara kaedah FV, FD dan FE. Adakah kaedah-kaedah ini mempunyai kaitan antara satu sama lain? Jika ya, tuliskan persamaan matematik yang mengaitkan ketiga-tiga kaedah tersebut.*

**(30 marks/markah)**

- [b] Using Taylor series, in one dimension, show that the difference between the finite volume (FV) method from a finite difference (FD) method is  $O(\Delta x^2)$ . State any conclusion that can be made.**

*Dengan menggunakan siri Taylor dalam satu dimensi, tunjukkan perbezaan antara kaedah FD dan FV adalah  $O(\Delta x^2)$ . Nyatakan apakah kesimpulan yang boleh dibuat.*

**(30 marks/markah)**

- [c] The temperature of a square conducting plate subjected to a fixed boundary conditions (BC) has been computed using an FV method on a uniform grid of  $30 \times 30$  interval and the value is 725 K. The computation is repeated on a  $15 \times 15$  interval, giving a temperature of 743 K.**

*Sekeping plat yang mempunyai bentuk segiempat sama dan mempunyai keadaan sempadan tetap telah dikira dengan menggunakan kaedah FV dan mempunyai catatan 725 K apabila menggunakan grid sekata  $30 \times 30$ . Pengiraan diulang dengan menggunakan grid  $15 \times 15$  memberikan suhu 743 K.*

**Consider the two cases below.**

*Kaji dua kes di bawah.*

- (i) Assume the FV method is first order accurate. Estimate the temperature of the plate using  $60 \times 60$  interval. If the grid size approaches zero, what is the best temperature prediction for this method?**

*Anggap kaedah FV di atas mempunyai ketepatan tahap satu. Dengan menggunakan grid  $60 \times 60$ , anggarkan suhu plat tersebut. Jika saiz grid menghampiri sifar, anggarkan suhu terbaik dengan menggunakan kaedah ini.*

**(20 marks/markah)**

- (ii) **Now assume the FV method is second order accurate. If the grid size approaches zero, what is the best temperature prediction for this method?**

*Anggap kaedah FV di atas mempunyai ketepatan tahap dua. Jika saiz grid menghampiri sifar, anggarkan suhu terbaik dengan menggunakan kaedah ini.*

**(20 marks/markah)**

**-oooOOooo-**

## Pseudocode for the LU Method

The algorithm creates  $\mathbf{U}$  with unit diagonals:

$$\begin{bmatrix} 1 & u_{12} & u_{1n} \\ 0 & 1 & u_{2n} \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

Algorithm:

$$l_{i,1} = a_{i,1} \quad \text{for } i = 1, 2, \dots, n$$

$$u_{1j} = \frac{a_{1j}}{l_{11}} \quad \text{for } j = 2, 3, \dots, n$$

For  $j = 2, 3, \dots, n - 1$

$$l_{ij} = a_{ij} - \sum_{k=1}^{j-1} l_{ik} u_{kj} \quad \text{for } i = j, j+1, \dots, n$$

$$u_{jk} = \frac{a_{jk} - \sum_{i=1}^{j-1} l_{ji} u_{ik}}{l_{jj}} \quad \text{for } k = j+1, j+2, \dots, n$$

For the entry  $l_{nn}$ :

$$l_{nn} = a_{nn} - \sum_{k=1}^{n-1} l_{nk} u_{kn}$$

Then solve  $\mathbf{Ly} = \mathbf{b}$ ;  $\mathbf{Ux} = \mathbf{y}$

## Pseudocode for the Conjugate Gradient (CG) Method

Start with some  $\mathbf{x}_0$ . Set  $\mathbf{p}_0 = \mathbf{r}_0 = \mathbf{b} - \mathbf{Ax}_0$ .

For  $k = 0, 1, 2, \dots$

$$\mathbf{x}_{k+1} = \mathbf{x}_k + \alpha_k \mathbf{p}_k, \quad \alpha_k = \frac{\mathbf{r}_k^T \mathbf{r}_k}{\mathbf{p}_k^T \mathbf{A} \mathbf{p}_k}$$

$$\mathbf{r}_{k+1} = \mathbf{b} - \mathbf{Ax}_{k+1} = \mathbf{r}_k - \alpha_k \mathbf{A} \mathbf{p}_k$$

$$\mathbf{p}_{k+1} = \mathbf{r}_{k+1} + \beta_k \mathbf{p}_k, \quad \beta_k = \frac{\mathbf{r}_{k+1}^T \mathbf{r}_{k+1}}{\mathbf{r}_k^T \mathbf{r}_k}$$

---

UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

First Semester Examination  
Academic Session 2010/2011

November 2010

**EMM 101/3 – Engineering Mechanics**  
***Mekanik Kejuruteraan***

Duration : 3 hours  
*Masa : 3 jam*

---

**INSTRUCTIONS TO CANDIDATE:**  
**ARAHAN KEPADA CALON:**

Please check that this paper contains **TEN (10)** printed pages, **ONE (1)** page appendix and **FIVE (5)** questions before you begin the examination.

*Sila pastikan bahawa kertas soalan ini mengandungi **SEPULUH (10)** mukasurat bercetak, **SATU (1)** mukasurat lampiran dan **LIMA (5)** soalan sebelum anda memulakan peperiksaan.*

Answer **ALL** questions.  
*Jawab **SEMUA** soalan.*

You may answer all questions in **English** OR **Bahasa Malaysia** OR a combination of both.  
*Calon boleh menjawab semua soalan dalam **Bahasa Malaysia** ATAU **Bahasa Inggeris** ATAU kombinasi kedua-duanya.*

Answer to each question must begin from a new page.  
*Jawapan untuk setiap soalan mestilah dimulakan pada mukasurat yang baru.*

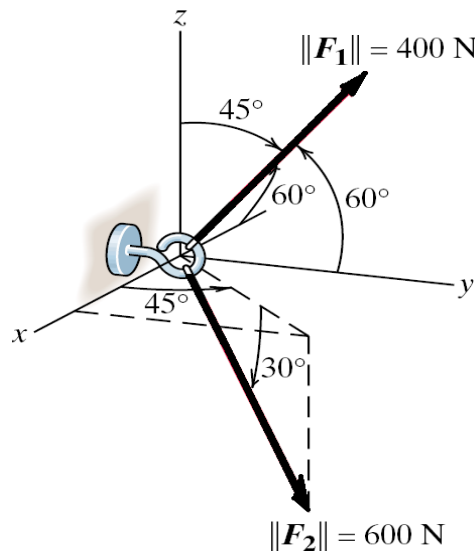
In the event of any discrepancies, the English version shall be used.  
*Sekiranya terdapat sebarang percanggahan pada soalan peperiksaan, versi Bahasa Inggeris hendaklah diguna pakai.*

**Q1. [a] Two forces  $F_1$  and  $F_2$  are applied to the hook, as shown in Figure Q1[a].**

- (i) Express each force in vector notation**
- (ii) Find the magnitude of the resultant of the two forces**
- (iii) Determine the direction cosines of the resultant force.**

*Dua daya  $F_1$  dan  $F_2$  dikenakan pada cangkuk seperti dalam Rajah S1[a].*

- (i) Nyatakan setiap daya dalam tatatanda vektor.*
- (ii) Dapatkan magnitud paduan kedua-dua daya.*
- (iii) Tentukan kosinus arah daya paduan.*



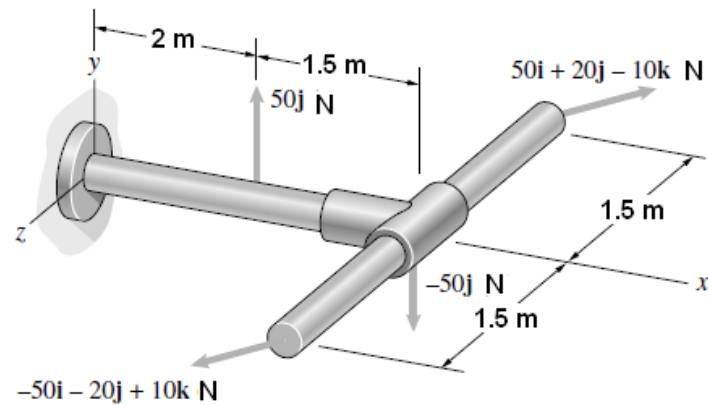
**Figure Q1[a]**  
*Rajah S1[a]*

**(40 marks/markah)**

**[b] A T-shaped pipe is subjected by two couples as in Figure Q1[b]. Determine the magnitude of the resultant couple moments exerted on the pipe.**

*Dua ganding dikenakan pada paip bentuk T seperti Rajah S1[b]. Tentukan magnitud momen ganding yang terjana pada paip.*



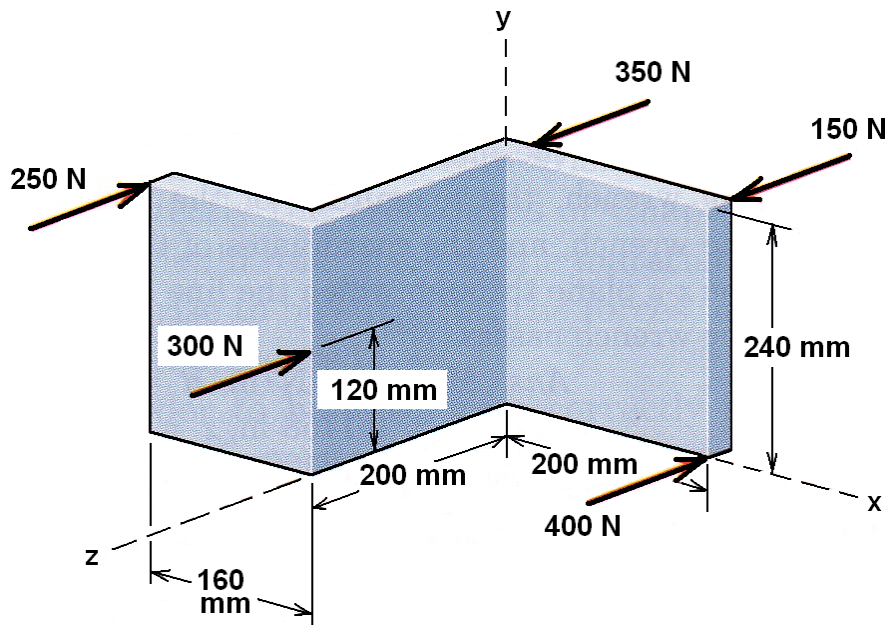


**Figure Q1[b]**  
Rajah S1[b]

(30 marks/markah)

- [c] The plate shown in Figure Q1[c] is subjected to five parallel forces along the z-axes. Determine the x and y coordinates of a point through which the resultant of the parallel forces passes.

Plat dalam Rajah S1[c] dikenakan lima daya selari dalam paksi z. Tentukan titik koordinat x dan y di mana paduan daya-daya selari melaluinya.

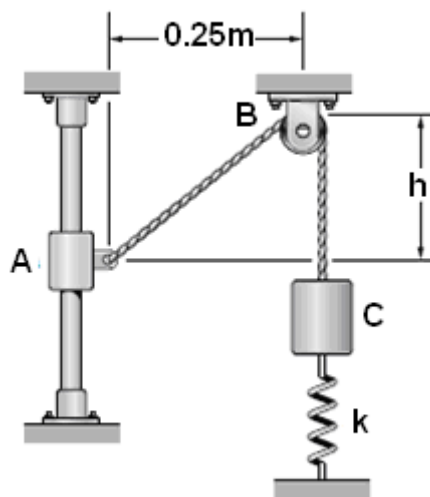


**Figure Q1[c]**  
Rajah S1[c]

(30 marks/markah)

- Q2. [a]** The system in Figure Q2[a] shows a collar slides on the smooth vertical bar. The collar A is tied to a rope which passes through a pulley B. The other end of the rope is attached with a balancer C and a spring. The masses,  $m_A = 20$  kg and  $m_C = 10$  kg and a spring constant  $k$ . When  $h = 0.1$  m, the spring is un-stretched. Determine the spring constant  $k$  when the system is in equilibrium at  $h = 0.3$  m.

*Sistem dalam Rajah S2[a] menunjukkan satu relang mengelongsor pada bar tegak yang licin. Relang A diikat tali yang melalui sebuah takal B. Salah satu hujung tali di gantung pengimbang C dan pegas. Jisim,  $m_A = 20$  kg dan  $m_C = 10$  kg juga kekakuan pegas  $k$ . Apabila  $h = 0.1$  m, pegas tanpa terikan. Tentukan kekakuan pegas  $k$  apabila sistem dalam keseimbangan pada  $h = 0.3$  m.*



**Figure Q2[a]**  
*Rajah S2[a]*

**(50 marks/markah)**

- [b]** Determine the coordinates of the centroid of the area given in Figure Q2[b] and also the second moment of area about the x axis.

*Tentukan koordinat sentroid untuk luas dalam Rajah S2[b] dan juga dapatkan momen luas kedua di sekitar paksi x.*

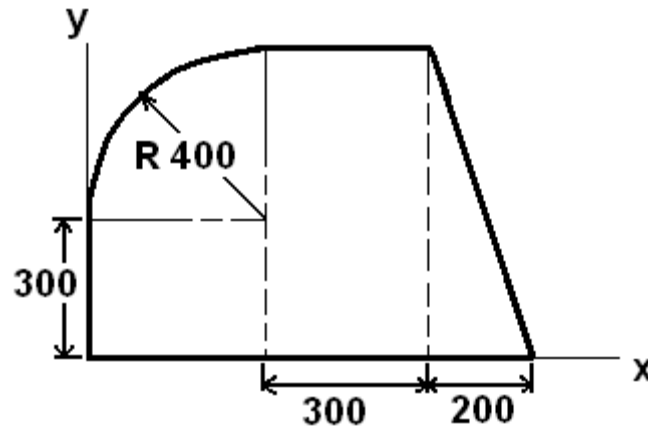


Figure Q2[b]  
Rajah S2[b]

(50 marks/markah)

Q3. [a] State the general rule for support reactions.

*Nyatakan hukum umum bagi tindakbalas penyokong.*

(10 marks/markah)

[b] Draw the free body diagram for the following systems.

*Lukis rajah badan bebas untuk sistem-sistem di bawah.*

- (i) A spanner wrench is subjected to 100 N force as in Figure Q3[b](i). The wrench is pin supported at A and the surface contact at B is smooth.

*Perengkuh sepana ditindaki daya 100 N seperti Rajah S3[b](i). Perengkuh disokong pin di A dan pada sentuhan permukaan licin di B.*

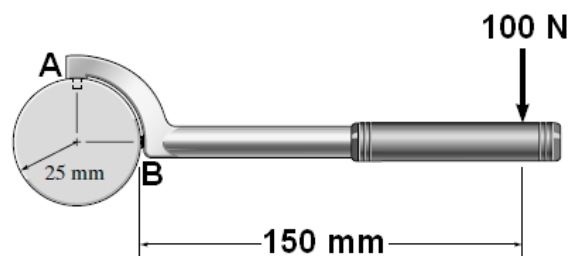
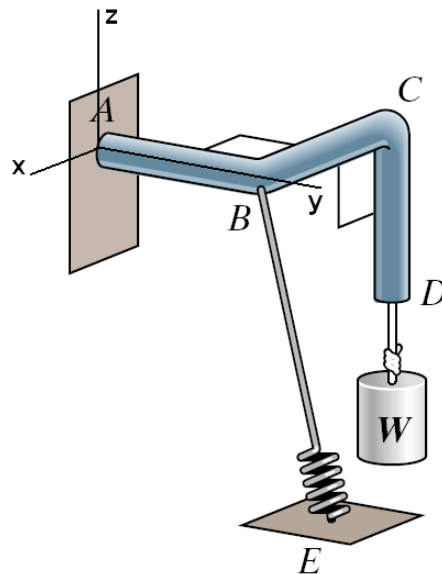


Figure Q3[b](i)  
Rajah S3[b](i)

(10 marks/markah)

- (ii) The bent bar is fixed at A and loaded at end D. A spring is attached at B as shown in Figure Q3[b](ii).

*Bar bengkok diikat di A dan dikenakan beban di D. Satu pegas dipasang di B seperti dalam Rajah S3[b](ii).*



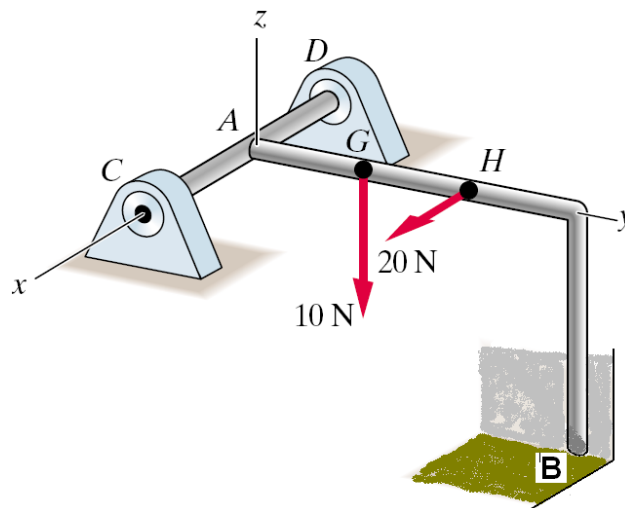
**Figure Q3[b](ii)**

*Rajah S3[b](ii)*

(10 marks/markah)

- (iii) An L-shaped bar is supported at A by a hinge and rests against a smooth surface and side wall at B. Two loads act as shown in Figure Q3[b](iii) and the weight of the bar is ignored.

*Satu bar bentuk L di sokong oleh engsel di A dan dalam keadaan sentuhan pada permukaan dan pada sisi yang licin di B. Dua beban bertindak seperti Rajah S3[b](iii) dan berat bar diabaikan.*



**Figure Q3[b](iii)**

*Rajah S3[b](iii)*

(10 marks/markah)

- [c] The light right-angle boom which supports 400 kg cylinder is supported by three cables AC, BD, BE and a ball-and-socket joint at O attached to the vertical x-y surface. (Figure Q3[c]). Determine the reactions at O and the cable tensions.

Boom ringan sudut tepat yang menanggung silinder 400 kg disokong oleh tiga kabel AC, BD, BE dan sendi 'ball-and-socket' di O. Kabel dan sendi dipasang pada permukaan menegak x-y seperti (Rajah S3[c]). Tentukan tindakbalas di O dan ketegangan kabel.

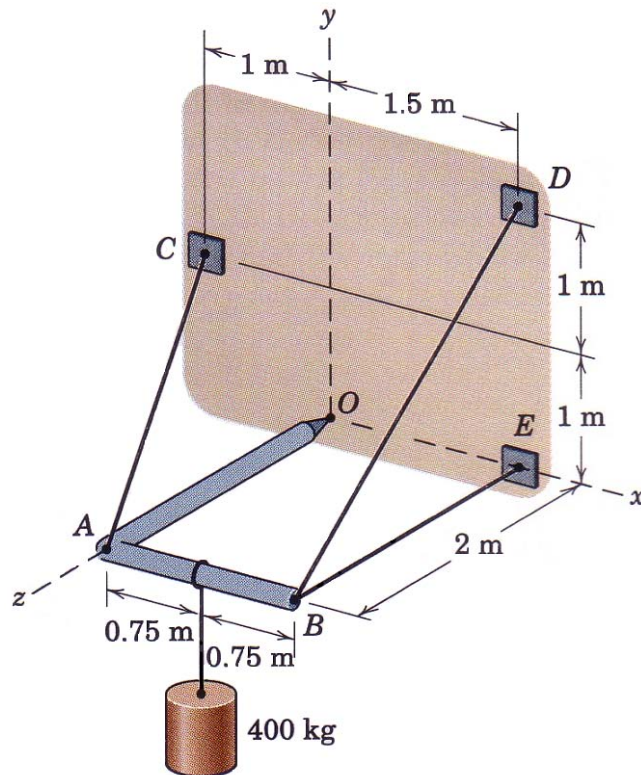


Figure Q3[c]  
Rajah S3[c]

(60 marks/markah)

- Q4. [a] As shown in Figure Q4[a], a motorcyclist at A is travelling at 18 m/s and he wishes to overtake the truck T which is travelling at a constant speed of 18 m/s. To do so, the motorcyclist accelerates at  $1.8 \text{ m/s}^2$  until reaching a maximum speed of 25.5 m/s.

Seperti yang ditunjukkan dalam Rajah S4[a], seorang penunggang motosikal di A bergerak pada kelajuan 18 m/s dan dia berhasrat untuk memotong sebuah trak T yang bergerak pada kelajuan malar 18 m/s. Untuk berbuat demikian, penunggang motosikal tersebut perlu memecut pada  $1.8 \text{ m/s}^2$  sehingga mencapai kelajuan maksima 25.5 m/s.

- (i) If he then maintains this speed, determine the time needed for him to reach a point located 30 m in front of the truck.

*Jika dia meneruskan tunggangan pada kelajuan tersebut, tentukan masa yang diperlukan untuk dia berada pada kedudukan 30 m di hadapan trak tersebut.*

(20 marks/markah)

- (ii) Draw the  $v-t$  and  $s-t$  graphs for the motorcycle during this time.

*Lukis graf  $v-t$  dan  $s-t$  bagi motosikal tersebut sepanjang masa ini.*

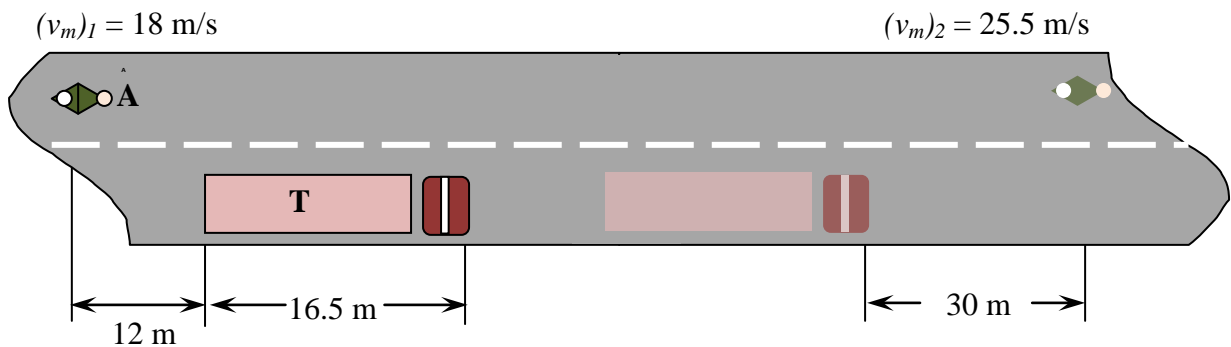


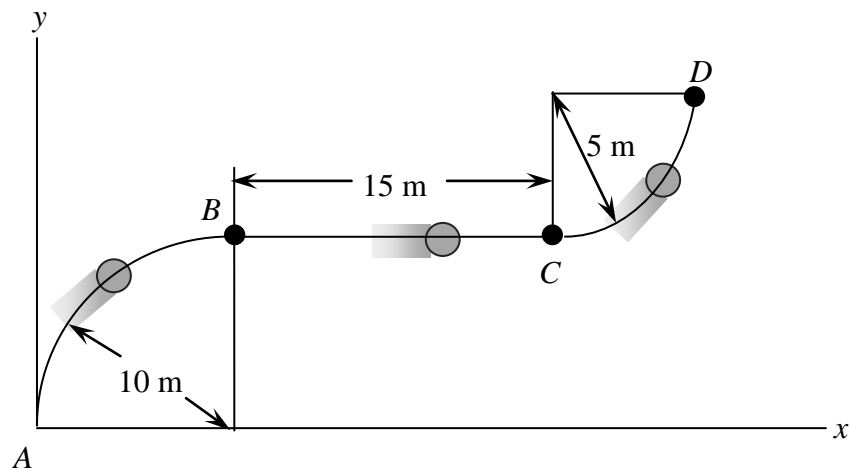
Figure Q4[a]

Rajah S4[a]

(15 marks/markah)

- [b] A particle travels along the curve from A to B in 2 s. It takes 4 s for it to go from B to C and then 3 s to go from C to D as shown in Figure Q4[b]. Determine its average speed when it goes from A to D.

*Satu partikel bergerak sepanjang lengkungan dari A ke B dalam 2 s. Ia mengambil 4 s untuk bergerak dari B ke C dan kemudian 3 s untuk bergerak dari C ke D seperti yang ditunjukkan dalam Rajah S4[b]. Tentukan kelajuan puratanya apabila ia bergerak dari A ke D.*

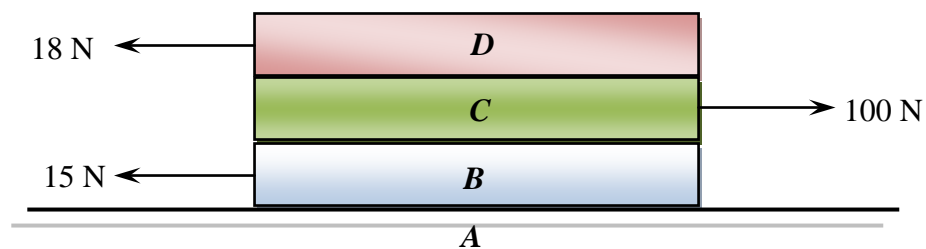


**Figure Q4[b]**  
Rajah S4[b]

(15 marks/markah)

- [c] Each of the three plates as shown in Figure Q4[c] has a mass of 10 kg. If the coefficients of static and kinetic friction at each surface of contact are  $\mu_s = 0.3$  and  $\mu_k = 0.2$ , respectively, determine the acceleration of each plate when the three horizontal forces are applied.

Bagi setiap ketiga-tiga kepingan yang ditunjukkan pada Rajah S4[c] mempunyai berat 10 kg. Jika pekali geseran statik dan kinetik pada setiap permukaan sentuhan adalah masing-masing  $\mu_s = 0.3$  dan  $\mu_k = 0.2$ , tentukan pecutan bagi setiap kepingan apabila tiga daya mendatar dikenakan.

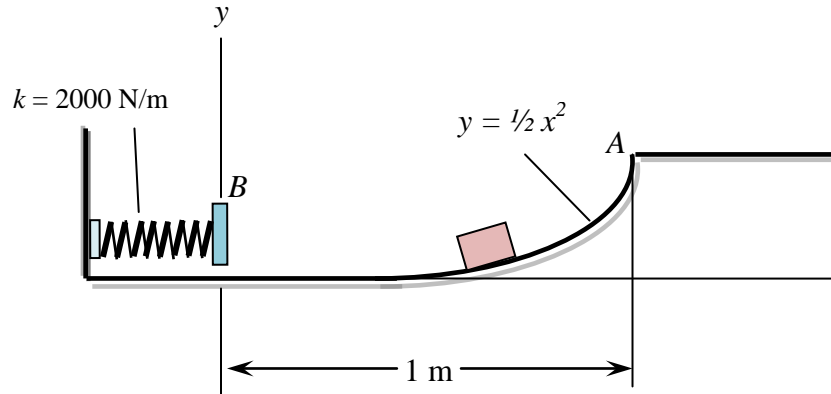


**Figure Q4 [c]**  
Rajah S4 [c]

(50 marks/markah)

- Q5. [a]** If the spring is compressed 75 mm against the 0.5-kg block and it is released from rest as shown in Figure Q5[a], determine the normal force of the smooth surface on the block when it reaches distance,  $s = 150$  mm.

*Jika satu spring ditekan 75 mm pada blok seberat 0.5 kg dan kemudian dilepaskan dari keadaan rehat seperti dalam Rajah S5[a], tentukan daya normal pada permukaan licin pada blok tersebut apabila ia menghampiri jarak  $s = 150$  mm.*

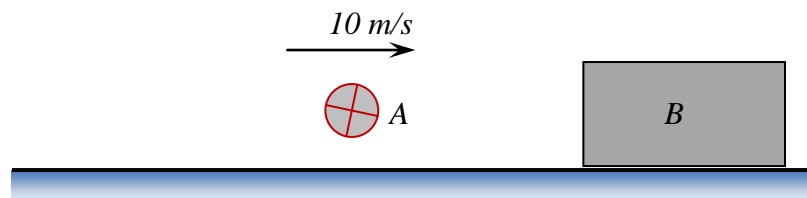


**Figure Q5[a]**  
Rajah S5[a]

(60 marks/markah)

- [b]** The 1-kg ball A is thrown so that when it strikes the 10-kg block B it is travelling horizontally at 10 m/s as in Figure Q5[b]. If the coefficient of restitution between A and B is  $e = 0.6$ , and the coefficient of kinetic friction between the plane and the block is  $\mu_k = 0.4$ , determine the distance block B slides on the plane before stopping.

*Bola A yang seberat 1 kg dibaling supaya apabila ia melanggar 10 kg blok B, ia bergerak secara mendatar pada 10 m/s seperti dalam Rajah S5[b]. Jika pekali restitusi antara Adan B adalah  $e = 0.6$ , dan pekali geseran kinetik antara satah dan blok adalah  $\mu_k = 0.4$ , tentukan jarak blok B meluncur pada satah tersebut sebelum ia berhenti.*

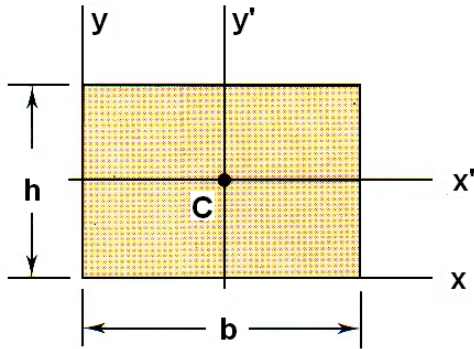


**Figure Q5[b]**  
Rajah S5 [b]

(40 marks/markah)



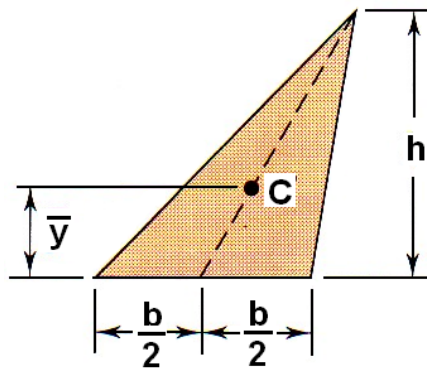
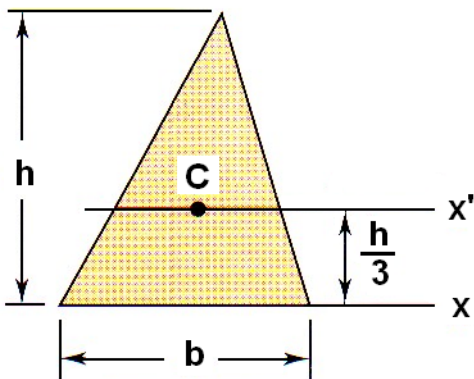
## Centroid and Second Moment of Area of Common Shapes



### Rectangular

$$\bar{I}_{x'} = \frac{bh^3}{12}, \quad I_x = \frac{bh^3}{3}$$

$$J_C = \frac{bh}{12} (b^2 + h^2)$$

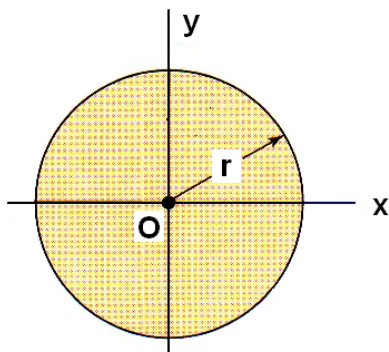


### Triangular

$$\bar{I}_{x'} = \frac{bh^3}{36},$$

$$I_x = \frac{bh^3}{12}$$

$$\bar{y} = h/3$$



### Circular

$$\bar{I}_x = \bar{I}_y = \frac{\pi r^4}{4}, \quad J_o = \frac{\pi r^4}{2}$$

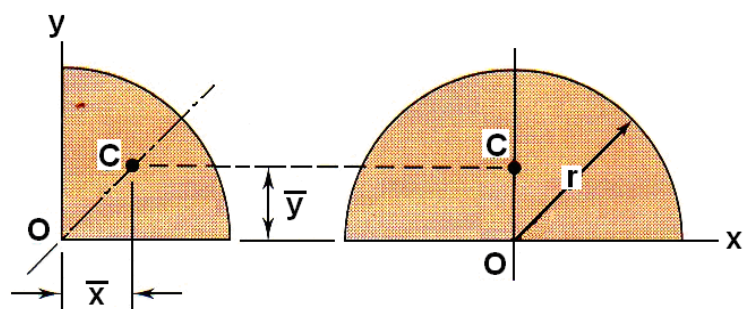
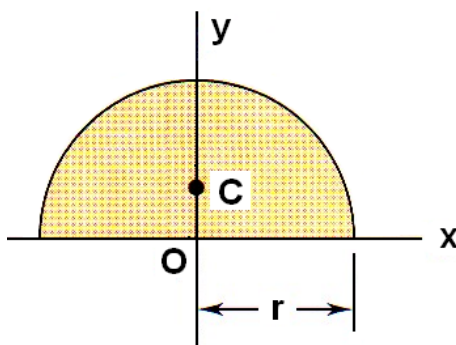
### Semicircular

$$I_x = I_y = \frac{\pi r^4}{8}, \quad J_o = \frac{\pi r^4}{4}$$

$$\bar{y} = \frac{4r}{3\pi}$$

### Quarter-circular

$$I_x = I_y = \frac{\pi r^4}{16}, \quad J_o = \frac{\pi r^4}{8}, \quad \bar{x} = \bar{y} = \frac{4r}{3\pi}$$



---

UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

First Semester Examination  
Academic Session 2010/2011

November 2010

**EMM 213/3 – Strength of Materials**  
***Kekuatan Bahan***

Duration : 3 hours  
*Masa : 3 jam*

---

**INSTRUCTIONS TO CANDIDATE:**  
**ARAHAN KEPADA CALON:**

Please check that this paper contains **EIGHT (8)** printed pages, **TWO (2)** pages appendix and **SIX (6)** questions before you begin the examination.

*Sila pastikan bahawa kertas soalan ini mengandungi **LAPAN (8)** mukasurat bercetak, **DUA (2)** mukasurat lampiran dan **ENAM (6)** soalan sebelum anda memulakan peperiksaan.*

Answer **FIVE (5)** questions.  
*Jawab **LIMA (5)** soalan.*

**Appendix/Lampiran:**

1. Table of Average Mechanical Properties of Typical Engineering Materials (SI Units)  
[1 page/mukasurat]
2. Beam Deflection Formulae  
[1 page/mukasurat]

You may answer all questions in **English** OR **Bahasa Malaysia** OR a combination of both.  
*Calon boleh menjawab semua soalan dalam **Bahasa Malaysia** ATAU **Bahasa Inggeris** ATAU kombinasi kedua-duanya.*

Answer to each question must begin from a new page.  
*Jawapan untuk setiap soalan mestilah dimulakan pada mukasurat yang baru.*

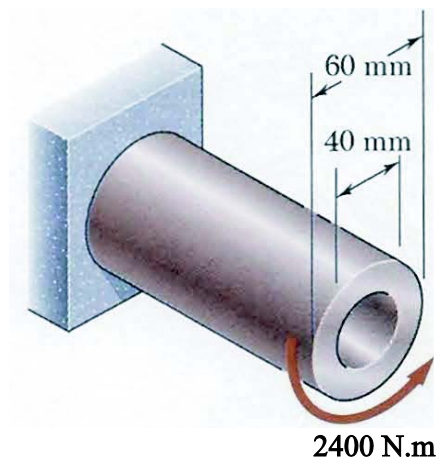
In the event of any discrepancies, the English version shall be used.  
*Sekiranya terdapat sebarang percanggahan pada soalan peperiksaan, versi Bahasa Inggeris hendaklah diguna pakai.*

- Q1. [a] (i) For the hollow shaft and loading shown in Figure Q1[a], determine the maximum shear stress.**

*Bagi shaf berlubang dan bebanan seperti dalam Rajah S1[a], tentukan tegasan ricih maksimum.*

- (ii) Determine the diameter of a solid shaft for which the maximum shear stress under the loading shown is the same as part (i) above.**

*Tentukan diameter shaf padu di mana tegasan ricih maksimum bagi bebanan yang ditunjukkan adalah sama seperti bahagian (i) di atas.*

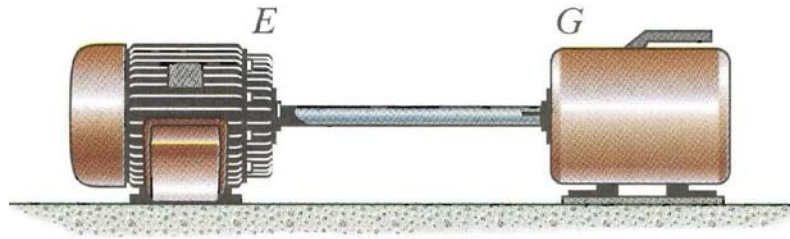


**Figure Q1[a]**  
*Rajah S1[a]*

**(40 marks/markah)**

- [b] The 304 stainless steel hollow shaft is 3 m long and has an outer diameter of 60 mm. When it is rotating at 60 rad/s, it transmits 30 kW of power from the engine *E* to the generator *G* as shown in Figure Q1[b]. The allowable shear stress of the shaft is 150 MPa and the shaft is restricted not to twist more than 0.08 rad. If the inner diameter of shaft is 29.0 mm, determine the possible cause of failures. Then, explain the failure of the shaft.**

*Syaf rongga keluli tahan karat 304 adalah 3 m panjang dan berdiameter luar 60 mm. Apabila berputar pada 60 rad/s, ia menghantar kuasa 30 kW dari enjin *E* ke penjana *G* seperti ditunjukkan dalam Rajah S1[b]. Tegasan ricih terizin bagi shaf adalah 150 MPa dan kilasan shaf dihadkan tidak melebihi 0.08 rad. Jika diameter dalam syaf adalah 29.0 mm, tentukan kemungkinan sebab-sebab kegagalan syaf tersebut. Seterusnya, terangkan kegagalan bagi syaf tersebut.*



**Figure Q1[b]**  
*Rajah S1[b]*

(60 marks/markah)

**Q2.** The 304 stainless steel beam ABCD is subjected to a uniform load  $w$  as shown in Figure Q2.

- (i) Determine the shear force and bending moment in the beam as functions of  $x$ , where  $0 \leq x \leq 2a+l$ . Then, draw the shear force and bending moment diagrams for the beam.
- (ii) Determine the placement  $a$  of the supports so that the bending stress in the beam is as small as possible. Then, calculate the bending stress in term of  $w$ ,  $a$ ,  $b$ ,  $d$  and  $l$ .
- (iii) In the bending testing experiment where the objectives is to determine the beam's deflection and to calculate the modulus of elasticity  $E$  of the beam, a point load  $P$  is being applied at the middle of the two supports. By using the equation below,  $E$  can be calculated. If the own weight of the beam must be considered, discuss and compare the result of  $E$  with material properties of beam in Appendix 1.

$$\delta = \frac{P(2a+l)^3}{48EI}$$

*Rasuk tahan karat 304, ABCD dikenakan beban taburan seragam  $w$  seperti dalam Rajah S2.*

- (i) *Tentukan daya ricih dan momen lenturan untuk rasuk sebagai fungsi  $x$ , di mana,  $0 \leq x \leq 2a+l$ . Seterusnya lukis rajah daya ricih dan momen lenturan bagi rasuk tersebut.*
- (ii) *Tentukan kedudukan  $a$  bagi penyokong-penyokong di mana tegasan lentur dalam rasuk adalah sekecil mungkin. Seterusnya, kirakan tegasan lentur tersebut dalam sebutan  $w$ ,  $a$ ,  $b$ ,  $d$  dan  $l$ .*
- (iii) *Di dalam ujian lenturan yang bertujuan untuk menentukan pesongan dan mengira modulus elastik bagi rasuk, daya berpusat  $P$  dikenakan pada tengah antara dua penyokong. Dengan menggunakan persamaan di bawah,  $E$  dapat dikira. Jika berat sendiri rasuk perlu diambilkira, bincang dan bandingkan keputusan  $E$  dengan sifat bahan dalam Lampiran 1.*

$$\delta = \frac{P(2a+l)^3}{48EI}$$

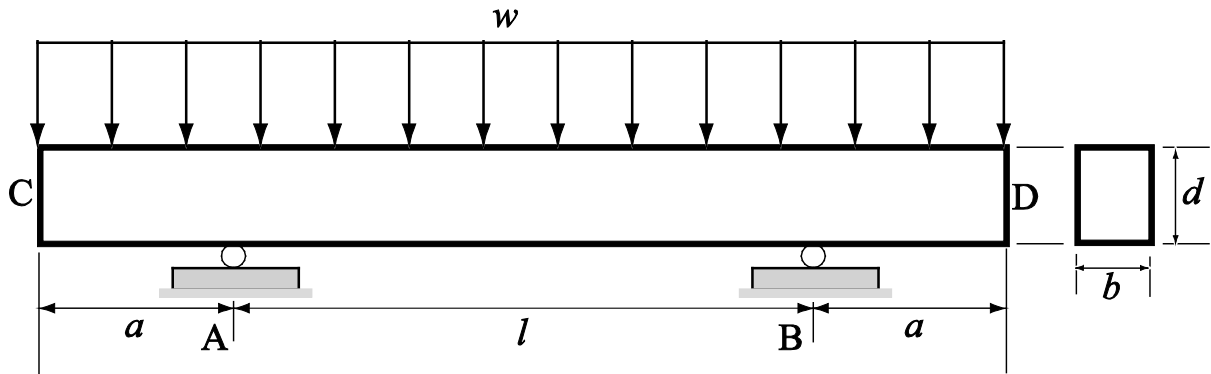


Figure Q2  
Rajah S2

(100 marks/markah)

- Q3. [a] Determine the equation of the elastic curve for the beam that is subjected to moment  $M$  as shown in the Figure Q3[a] using the  $x$  coordinate. Calculate the slope at A and the maximum deflection of the beam.  $EI$  is constant.

Tentukan persamaan lengkungan elastik untuk rasuk yang dikenakan momen  $M$  seperti dalam Rajah S3[a] menggunakan koordinat  $x$ . Kirakan kecerunan pada A dan pesongan maksimum bagi rasuk.  $EI$  adalah malar.

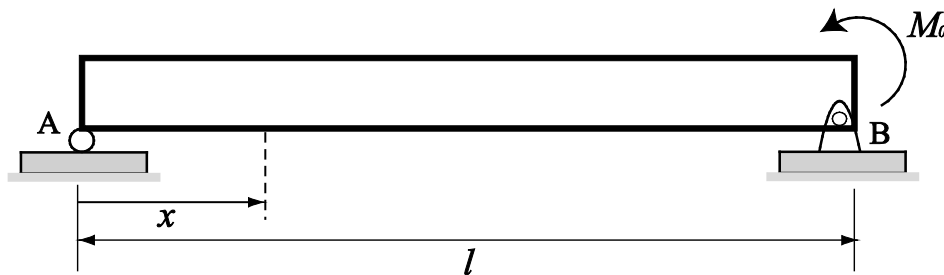
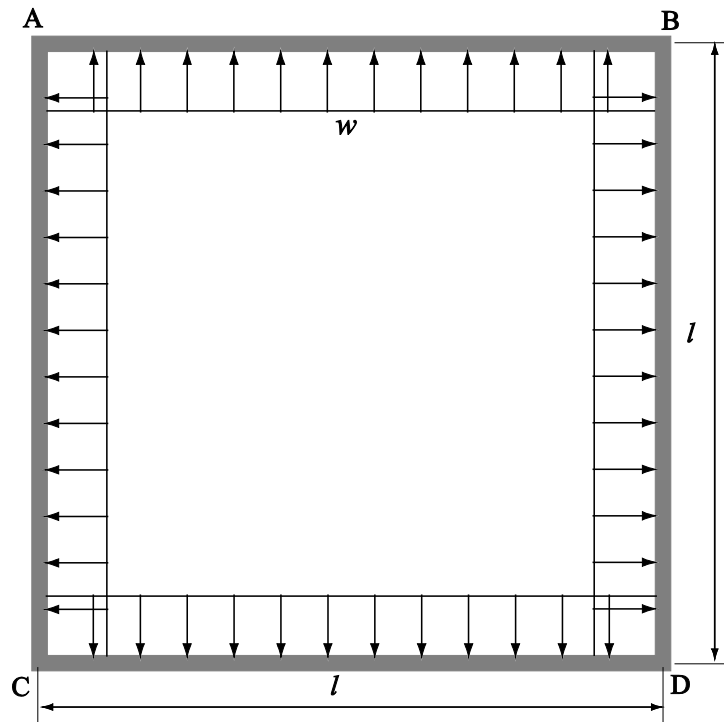


Figure Q3[a]  
Rajah S3[a]

(60 marks/markah)

- [b] The box frame ABCD in the Figure Q3[b] is subjected to a uniform distributed loading  $w$  along each of its sides. Determine the moment developed in each corner. Neglect the deflection due to axial load.  $EI$  is constant and use formulae in Appendix 2 to solve this problem.

Kerangka ABCD dalam Rajah S3[b] dikenakan daya taburan seragam  $w$  pada setiap sisinya. Tentukan momen yang terhasil pada setiap sudut. Abaikan pesongan yang terhasil akibat daya paksi.  $EI$  adalah malar dan sila gunakan persamaan dalam Lampiran 2 untuk menyelesaikan masalah ini.



**Figure Q3[b]**  
*Rajah S3[b]*

**(40 marks/markah)**

**Q4. [a] Define the following term and cite an example for each case together with a sketch showing the condition reflecting such case**

- (iv) **Plane stress**
- (v) **Plane strain**
- (vi) **Principal plane**

*Berikan definisi istilah berikut dan nyatakan satu contoh bagi setiap kes dengan lakaran yang menggambarkan contoh tersebut*

- (i) *Tegasan satah*
- (ii) *Terikan satah*
- (iii) *Satah utama*

**(40 marks/markah)**

**[b] For the loading condition shown in the component below calculate the principal stresses and the maximum shear stress at the point A and draw the Mohr's circle representing the stress condition at that point**

*Bagi keadaan tegasan yang ditunjukkan di dalam unsur-unsur di bawah, kirakan tegasan utama dan tegasan ricesh utama A dan lakarkan Bulatan Mohr yang mewakili keadaan tegasan bagi setiap unsur.*

Diameter of shaft = 100 mm (solid)

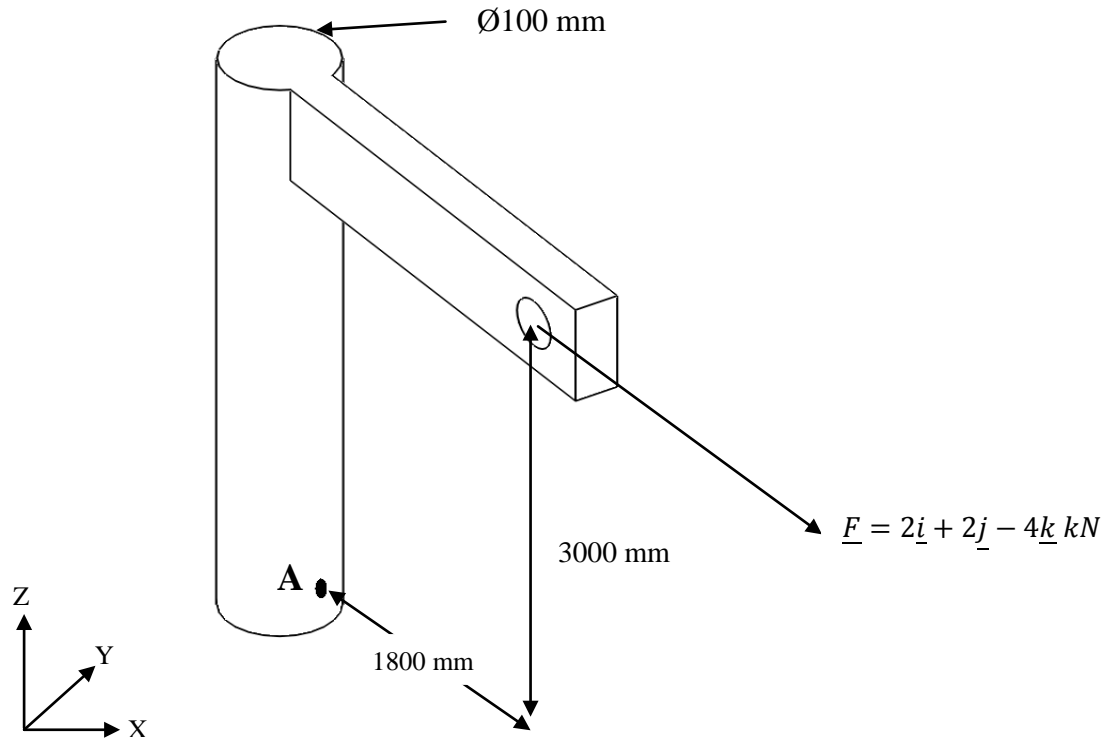
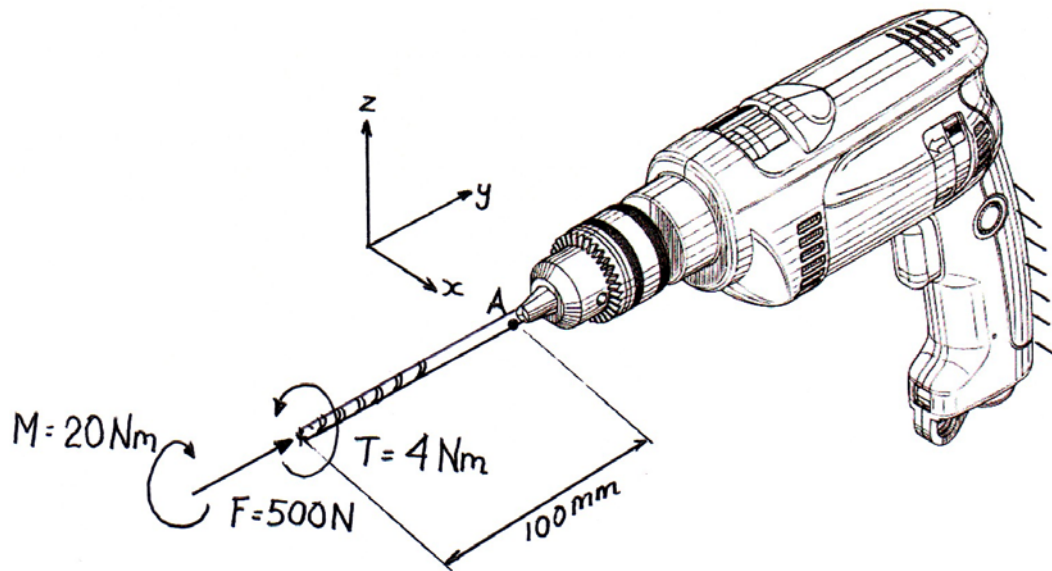


Figure Q4[b]  
Rajah S4[b]

(60 marks/markah)

- Q5.** An electric drill is shown in Figure Q5. The drill bit is subjected to a compressive axial force of 500 N, an end bending moment of 20 Nm (in the y-z plane) and a torque of 4 Nm (in the x-z plane). The length of the drill from the bit end to the support at the shank is 100 mm. Based on the stress level at point A determine the suitable diameter of the drill bit made of solid high speed steel if the allowable normal stress is 200 MPa and the allowable shear stress is limited to 60 MPa.

*Sebuah gerudi elektrik ditunjukkan di dalam Rajah S5. Mata gerudi itu mengalami daya paksi mampatan 500 N, momen lentur hujung 20 Nm (di dalam satah y-z) dan kilas 4 Nm (di dalam satah x-z). Panjang mata gerudi dari hujung gerudi ke bahagian disangga ialah 100 mm. Berdasarkan keadaan tegasan di titik A tentukan diameter yang sesuai untuk mata gerudi yang diperbuat daripada keluli kelajuan tinggi jika tegasan normal yang dibenarkan ialah 200 MPa dan tegasan riceh yang dibenarkan ialah 60 MPa.*



**Figure Q5**  
*Rajah S5*

(100 marks/markah)

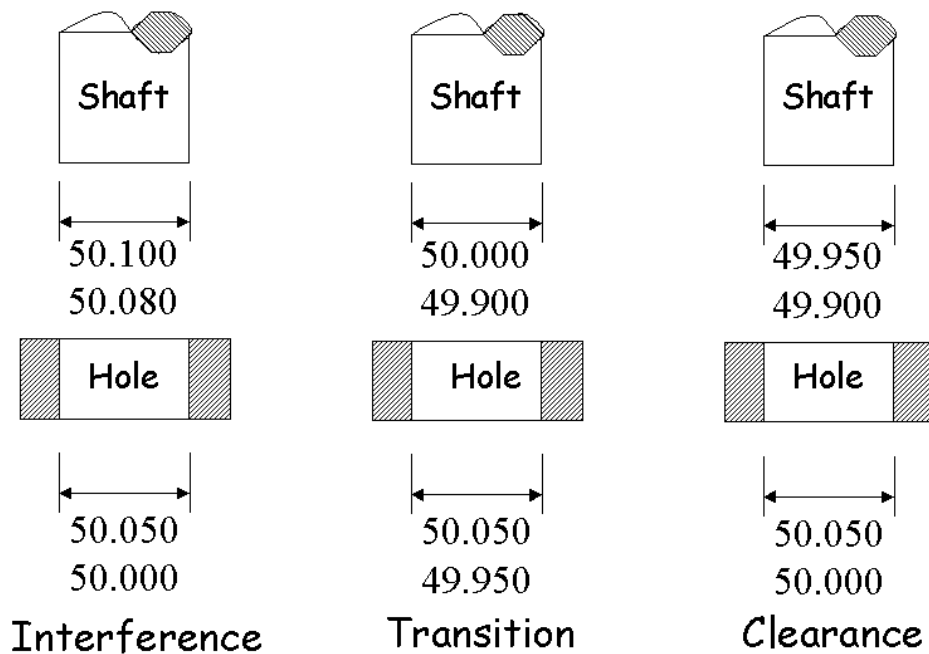
**Q6.** Figure Q6[a] shows three different level of fit between the hole and the shaft.

- [a] For each case determine the maximum and minimum force needed to push the shaft through the disc given the thickness of the disc is 20 mm and the outer diameter is 70 mm. Both the shaft and the disc are made of steel ( $E=200$  GPa,  $\nu = 0.28$ ) and the friction coefficient is 0.3.

*Rajah S6[a] menunjukkan tiga paras padanan antara lubang dan syaf.*

- [a] Bagi setiap kes padanan tentukan daya maksimum dan minimum yang diperlukan untuk menolak syaf menerusi lubang cakera jika ketebalan setiap cakera adalah 20 mm dan diameter luaran adalah 70 mm. Kedua-dua syaf dan cakera diperbuat daripada keluli ( $E=200$  GPa,  $\nu = 0.28$ ) dan pekali geseran ialah 0.3.





**Figure Q6[a]**  
*Rajah S6[a]*

(70 marks/markah)

- [b] Cite an example of the use of each type of fit in machine design and comment on the manufacturing challenges to produce each type of fit.**

*Bagi setiap kes padanan nyatakan contoh aplikasi di dalam rekabentuk mesin dan berikan komen anda tentang cabaran proses pembuatan bagi menghasilkan setiap jenis padanan.*

(30 marks/markah)

**Table of Average Mechanical Properties of  
Typical Engineering Materials (SI Units)**

Materials	Density $\rho$ (Mg/m <sup>3</sup> )	Modulus of Elasticity $E$ (GPa)	Modulus of Rigidity $G$ (GPa)	Yield Strength (MPa)	Coef. of Therm. Expansion $\alpha$ (10 <sup>-6</sup> )/°C
<b>Metallic</b>					
Aluminum { 2014-T6	2.79	73.1	27	414	23
Wrought Alloys { 6061-T6	2.71	68.9	26	255	24
Cast Iron { Gray ASTM 20	7.19	67.0	27		12
Alloys { Malleable ASTM A-197	7.28	1.72	68		12
Copper { Red Brass C83400	8.74	101	37	70.0	18
Alloys { Bronze C86100	8.83	103	38	345	17
Magnesium Alloy [Am 1004-T61]	1.83	44.7	18	152	26
Steel Alloys { Structural A36	7.85	200	75	400	12
{ Stainless 304	7.86	193	75	517	17
{ Tool L2	8.16	200	75	800	12
Titanium Alloy { [Ti-6Al 4V]	4.43	120	44	1000	9.4
<b>Nonmetallic</b>					
Concrete { Low Strength	2.38	22.1	-	-	11
{ High Strength	2.38	29.0	-	-	11
Plastic { Kevlar 49	1.45	131	-	-	-
Reinforced { 30% Glass	1.45	72.4	-	-	-

### Beam Deflection Formulae

#### BEAM DEFLECTION FORMULAE

BEAM TYPE	SLOPE AT FREE END	DEFLECTION AT ANY SECTION IN TERMS OF $x$	MAXIMUM DEFLECTION
1. Cantilever Beam – Concentrated load $P$ at the free end			
	$\theta = \frac{Pl^2}{2EI}$	$y = \frac{Px^2}{6EI}(3l - x)$	$\delta_{\max} = \frac{Pl^3}{3EI}$
2. Cantilever Beam – Concentrated load $P$ at any point			
	$\theta = \frac{Pa^2}{2EI}$	$y = \frac{Px^2}{6EI}(3a - x)$ for $0 < x < a$ $y = \frac{Pa^2}{6EI}(3x - a)$ for $a < x < l$	$\delta_{\max} = \frac{Pa^2}{6EI}(3l - a)$
3. Cantilever Beam – Uniformly distributed load $\omega$ (N/m)			
	$\theta = \frac{\omega l^3}{6EI}$	$y = \frac{\omega x^2}{24EI}(x^2 + 6l^2 - 4lx)$	$\delta_{\max} = \frac{\omega l^4}{8EI}$
4. Cantilever Beam – Uniformly varying load: Maximum intensity $\omega_0$ (N/m)			
	$\theta = \frac{\omega_0 l^3}{24EI}$	$y = \frac{\omega_0 x^2}{120EI}(10l^3 - 10l^2x + 5lx^2 - x^3)$	$\delta_{\max} = \frac{\omega_0 l^4}{30EI}$
5. Cantilever Beam – Couple moment $M$ at the free end			
	$\theta = \frac{Ml}{EI}$	$y = \frac{Mx^2}{2EI}$	$\delta_{\max} = \frac{Ml^2}{2EI}$

---

UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

First Semester Examination  
Academic Session 2010/2011

November 2010

**EMM 331/3 – Solid Mechanics**  
***Mekanik Pepejal***

Duration : 3 hours  
*Masa : 3 jam*

---

**INSTRUCTIONS TO CANDIDATE:**  
**ARAHAN KEPADA CALON:**

Please check that this paper contains **EIGHT (8)** printed pages, **TWO (2)** pages appendix and **SIX (6)** questions before you begin the examination.

*Sila pastikan bahawa kertas soalan ini mengandungi **LAPAN (8)** mukasurat bercetak, **DUA (2)** mukasurat lampiran dan **ENAM (6)** soalan sebelum anda memulakan peperiksaan.*

Answer **ALL** questions.  
*Jawab **SEMUA** soalan.*

**Appendix/Lampiran :**

1. Formula for Solid Mechanics [1 page/mukasurat]
2. Stress Concentration for the Bending of a shaft with a shoulder fillet [2 pages/mukasurat]

You may answer all questions in **English** OR **Bahasa Malaysia** OR a combination of both.  
*Calon boleh menjawab semua soalan dalam **Bahasa Malaysia** ATAU **Bahasa Inggeris** ATAU kombinasi kedua-duanya.*

Answer to each question must begin on a new page.  
*Jawapan untuk setiap soalan mestilah dimulakan pada mukasurat yang baru.*

In the event of any discrepancies, the English version shall be used.  
*Sekiranya terdapat sebarang percanggahan pada soalan peperiksaan, versi Bahasa Inggeris hendaklah diguna pakai.*

**Q1. [a] Provide BRIEF answers to the following questions:**

- (i) Name the TWO principles that provide the basis for the principle of virtual work (PVW).
- (ii) State TWO cases in beam deflection problems where the PVW is used in the solution steps.
- (iii) Explain why Castigliano's Theorem is needed in curved beams problems.

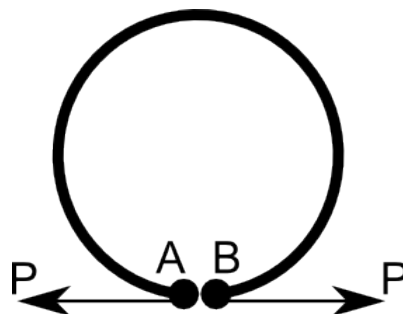
*Berikan jawapan-jawapan RINGKAS bagi soalan-soalan berikut:*

- (i) *Namakan DUA prinsip yang menjadi asas kepada prinsip kerja maya?*
- (ii) *Nyatakan DUA kes di dalam masalah pemesongan rasuk di mana PVW digunakan di dalam langkah-langkah penyelesaian.*
- (iii) *Terangkan kenapa Teorem Castigliano perlu digunakan di dalam masalah rasuk melengkung.*

**(40 marks/markah)**

**[b] Consider the elastic ring of radius  $r$  as depicted in Figure Q1[b]. Without any external forces, points A and B are in contact. Express the gap of AB in terms of the force  $P$  at each point. Assume only horizontal displacements of A and B. Provide any other assumptions you made in solving the problem.**

*Diberikan sebarang cincin kenyal yang mempunyai jejari  $r$  seperti yang tertera di dalam Rajah S1[b]. Tentukan saiz celah AB disebabkan oleh daya  $P$  pada setiap titik. Andaikan hanya terdapat anjakan mendatar bagi A dan B. Berikan sebarang andaian lain untuk anda menyelesaikan masalah ini.*



**Figure Q1[b]**  
*Rajah S1[b]*

**(60 marks/markah)**

- Q2. [a] Sketch the regions of stresses for von Mises and Tresca criteria in two dimensions, and provide TWO design examples for each criterion.**

*Lakarkan kawasan tegasan bagi kriteria-kriteria von Mises dan Tresca di dalam dua dimensi, dan berikan DUA contoh rekabentuk bagi setiap kriteria.*

**(30 marks/markah)**

- [b] Consider a pipe with closed ends that has a wall thickness of 10 mm and an inner diameter of 0.6 m. It is filled with a gas at 20 MPa and is subjected to a torque  $T$  about its long axis. If the pipe is made of 18 Ni maraging steel, determine the maximum  $T$  allowed according to the Tresca criterion.**

*Pertimbangkan sebatang paip yang tertutup kedua-dua hujungnya dan dengan ketebalan dinding 10 mm serta garis pusat dalam 0.6 m. Ia diisi dengan gas pada 20 MPa dan menerima kilas  $T$  pada paksinya. Jika paip dibuat dari keluli penuaan-martensit 18 Ni, tentukan  $T$  maksima yang dibenarkan berdasarkan kriteria Tresca.*

**(70 marks/markah)**

- Q3. A shaft projects through a roller bearing from where it may be assumed to be cantilevered. It is 50 mm diameter for a length of 10 cm and then is stepped down to 25 mm diameter for a further 10 cm to the free end. At this end point a load of 3 kN is applied. If the limiting design bending stress is 280 MN/m<sup>2</sup> determine a suitable value for the fillet radius at the change of section. Refer to the Appendix 2 for relevant data.**

*Sebatang aci melalui galas pengguling di mana bahagian aci seterusnya boleh dianggap julur tuas. Garis pusatnya ialah 50 mm bagi panjang 10 cm manakala diturunkan kepada 25 mm bagi 10 yang seterusnya sehingga ke hujung. Pada titik hujung ini beban 3 kN dikenakan. Jika had reka bentuk tegasan melentur ialah 280 MN/m<sup>2</sup>, tentukan nilai yang jejari kambi yang sepatutnya pada tempat perubahan garis pusat aci tersebut. Rujuk Lampiran 2 bagi data yang berkaitan.*

**(100 marks/markah)**

- Q4. [a] Consider the statement:**  
**“Identical stress pattern can be derived from Inglis’ equations for the stresses in a plate, loaded at infinity and containing an elliptical hole, and Irwin’s Mode I stress equations for a crack in an infinite plate”.**

**State two necessary conditions for the above statement to be correct.**

*Pertimbangkan kenyataan:*

*“Pola corak tegasan yang sama boleh diterbitkan daripada persamaan Inglis untuk tegasan dalam plat yang mengandungi lubang elips yang dibebankan sehingga infiniti dan persamaan tegasan Moda I persamaan tegasan untuk retak didalam plat infiniti”*

*Nyatakan dua keadaan bagi kenyataan di atas adalah benar.*

**(20 marks/markah)**

- [b] The failure of an aircraft undercarriage leg is traced to a 1.2 mm deep crack as shown in Figure Q4[b]. The stress concentration factor, due to the step in the outer diameter of the leg is estimated to be 1.95 (based on the bending stress in the 12 mm thick part of the cylinder). The material has a yield strength of  $1600 \text{ MN/m}^2$  and its toughness is such that it will fail at a crack tip stress intensity of  $60 \text{ MN/m}^{3/2}$ .

Kegagalan sejenis kaki kapal terbang ialah disebabkan oleh retak sedalam 1.2 mm seperti di Rajah S4[b]. Faktor tegasan menumpu disebabkan oleh kedalaman luar kaki kapal terbang telah dianggarkan sebanyak 1.95 (berdasarkan tegasan lentur di dalam silinder setebal 12 mm). Bahan kaki kapal terbang mempunyai kekuatan alah  $1600 \text{ MN/m}^2$  dan keliatannya menyebabkan tegasan hujung retak ialah  $60 \text{ MN/m}^{3/2}$ .

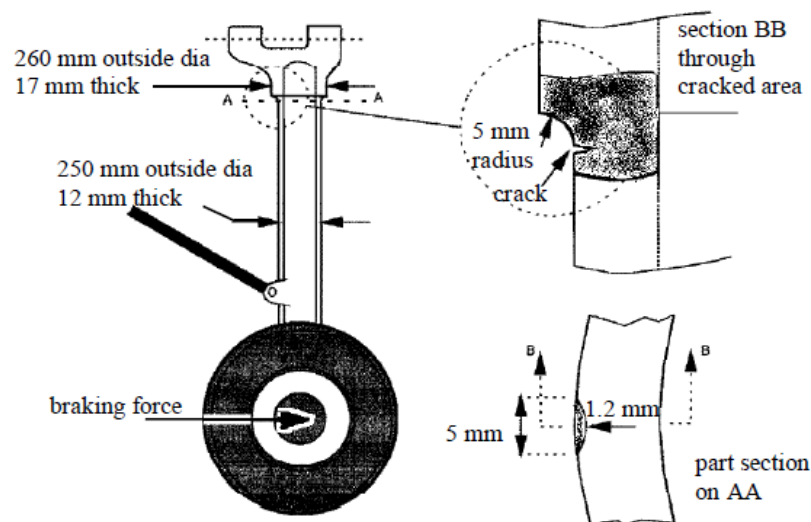


Figure Q4[b]  
Rajah S4[b]

- (i) Considering a purely LEFM failure, estimate the moment required at cross section AA to cause failure of leg. Indicate any assumptions inherent in your estimations. (You may use the thin ring formulation  $I = \pi R^3 t$ , to simplify the bending stress calculations, where  $R$  is the mean radius of the cylinder).

Pertimbangkan kegagalan bersifat LEFM tulen, anggarkan momen yang diperlukan pada keratan rentas AA untuk kegagalan berlaku pada kaki kapal terbang. Tunjukkan andaian dalam pengiraan. (Anda boleh menggunakan formula  $I = \pi R^3 t$  untuk memudahkan pengiraan tegasan lentur;  $R$  ialah jejari min silinder)

- (ii) Calculate the effect of a plastic zone size adjustment on your answer.

*Kira kesan pelarasan zon plastic pada jawaban anda.*

- (iii) Confirm that the fracture toughness value used is valid for the case considered.

*Tentukan nilai ketahanan retak yang digunakan adalah sah pada kes yang dipertimbangkan.*

(80 marks/markah)

- Q5. [a] The fatigue crack propagation rate of ‘natural’ cracks in a flat bar subject to alternating bending is to be investigated by carrying out tests on the same material, but the cracks are grown from a sharp starter slits as shown in Figure Q5[a]. Given the statement:

*Provided that the fatigue cracks are a reasonable length compared with the width of the slits, the stress intensity factors and the propagation rates in both cases should be the same.*

State whether the statement is True or False and give your reasons.

*Perambatan lesu retak ‘semulajadi’ pada bar yang nipis yang dikenakan lenturan ulangalik hendaklah dikaji menggunakan bahan yang sama tetapi retak dihasilkan daripada celahan tajam seperti di Rajah S5[a]. “Sekiranya retak lesu yang dihasilkan mempunyai panjang yang sesuai berbanding dengan ruang celah maka faktor keamatan tegasan dan kadar perambatan retak ialah sama pada kedua-dua keadaan”. Tentukan samada kenyataan itu ‘Benar’ atau ‘Palsu’ dan nyatakan alasan anda.*

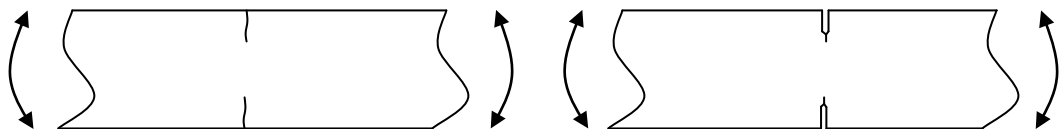


Figure Q5[a]  
Rajah S5[a]

(15 marks/markah)



- [b] Consider the statement:**  
**‘In a fatigue-loaded structure which may have hidden cracks, small increases in loading on the structure may have large effects on fatigue life’**

**Discuss briefly how the threshold stress intensity value  $K_{th}$  and the stress index  $m$  in the Paris Law are relevant to the statement.**

*Pertimbangkan kenyataan:*

*“Di dalam struktur yang terbeban lesu yang mempunyai retak yang terlindung; penambahan kecil beban akan memberikan kesan yang besar pada hayat lesunya”*

*Bincangkan secara ringkas akan kepentingan parameter nilai keamanan tegasan,  $K_{th}$  dan indeks tegasan,  $m$  dalam hukum Paris terhadap kenyataan tersebut.*

**(15 marks/markah)**

- [c] A pressure vessel support bracket is to be designed so that it can withstand a tensile loading cycle of 10-500 MN/m<sup>2</sup> once every day for 20 years. Which of the following steels would have the greater tolerance to intrinsic defects in this application: i) a maraging steel (Mar\_S); (ii) a medium-strength steel (Med\_S). Assuming linear elasticity applies.**

*Reka bentuk suatu bekas tekanan hendaklah ditetapkan supaya berupaya mengalami kitar tegangan diantara 10-500 MN/m<sup>2</sup> setiap hari selama 20 tahun. Menggunakan data yang diberikan, nyatakan keluli yang lebih baik berupaya menahan kecacatan dalaman.*

Alloy	Young's Modulus (GPa)	Poisson's ratio	Ultimate tensile strength (MPa)	Critical fracture toughness (MN/m <sup>3/2</sup> )	Paris's constants	Paris's exponent
Mar_S	210	0.3	2000	82	0.15e-11	4.1
Med_S	193	0.29	1800	50	0.24e-11	3.3

**(70 marks/markah)**

- Q6. [a] In each of the following cases, answer 'True' or 'False'. Explain the reasons for your conclusion in each case.**

*Bagi setiap kes yang dikemukakan, jawab 'Benar' atau 'Palsu'. Terangkan alasan bagi setiap kesimpulan.*

- (i) The maximum stress level in a beam remains constant at a level reached on first application of load for a beam made from polymer which exhibit linear elastic and linear creep properties, when a constant bending moment is applied.**

*Tahap tegasan maksima didalam satu alur berada pada tahap malar pada mulanya beban dikenakan untuk alur yang diperbuat daripada polimer yang menunjukkan anjal linear dan rayapan linear selepas lenturan malar dikenakan.*

**(15 marks/markah)**

- (ii) Non-linear creeping elements in a bolted or clamped elastic connection, better to tighten system little and often, rather to rely on overtightening of the system.**

*Unsur rayapan tak linear dalam sistem berboltan; lebih baik mengetatkan sistem secara berdkit atau mengetatkan secara terlampau pada mulanya.*

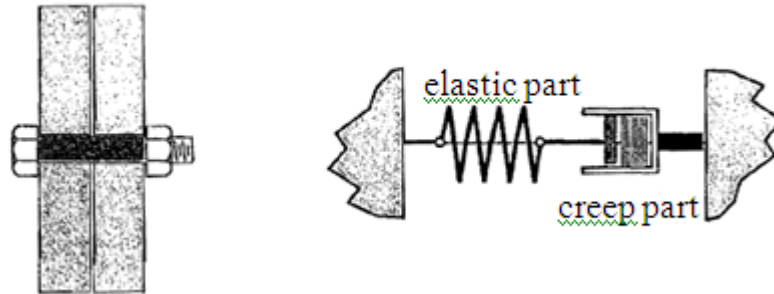
**(15 marks/markah)**

- [b] In the case of a bolted or clamped system, where clamping pressure is necessary to maintain a seal or reduce stress fluctuations due to a varying load, creep will result in a reduction in clamping load and hence leakage or fatigue failure.**

*Dalam kes sistem berboltan, tekanan pengapit penting untuk mengekalkan kekedapan atau mengurangkan tegasan turun-naik yang disebabkan oleh beban, rayapan akan menghasilkan pengurangan di dalam beban pengapit dan kebocoran atau kegagalan lesu.*

- (i) **Demonstrate a relationship that can be used to approximate the effect of creeping as a function of elapsed time and stress changes with the help of the bolt relaxation model. Assume the bolt is rigid and typical creep index 3.**

*Tunjukkan perkaitan yang boleh digunakan untuk menganggarkan kesan rayapan menggunakan kuantiti julat waktu dan perubahan tegasan menggunakan model pengenduran bolt. Anggap bolt ialah tegar and indeks rayapan ialah 3.*



**Figure Q6[b]**  
*Rajah S6[b]*

- (ii) **Using initial stress of  $500 \text{ N/mm}^2$ , determine the relaxed stress after 20000 hrs.  $E = 190 \text{ GN/m}^2$ ,  $B = 4.8\text{e-}34$  per hour per  $\text{N/m}^2$**

*Menggunakan tegasan asal iaitu  $500 \text{ N/mm}^2$ , tentukan tegasan kendur selepas 20000 jam.  $E = 190 \text{ GN/m}^2$ ,  $B = 4.8\text{e-}34$  per hour per  $\text{N/m}^2$*

**(70 marks/markah)**

## Formula for Solid Mechanics

Theories of failures:

Tresca:  $\sigma_1 - \sigma_3 = \sigma_Y$

von-Mises:  $(\sigma_1 - \sigma_2)^2 + (\sigma_2 - \sigma_3)^2 + (\sigma_3 - \sigma_1)^2 = 2\sigma_Y^2$

Strain energy  $U$  due to bending moment  $M$ :

$$U = \int_0^L \frac{M^2}{2EI} dx$$

Castigliano's Theorem -- Deflection of beam due to load  $P$ :

$$\Delta_v = \int_0^L \frac{M}{EI} \frac{\partial M}{\partial P} dx$$

Integral of  $\sin^2\theta$ :

$$\int \sin^2 dx = \frac{x}{2} - \frac{1}{4} \sin 2x + C$$

Integral of  $\cos^2\theta$ :

$$\int \cos^2 dx = \frac{x}{2} + \frac{1}{4} \sin 2x + C$$

Hoop and axial stresses of pressure vessels:

$$\sigma_t = \frac{pr_i}{t}; \quad \sigma_x = \frac{pr_i}{2t}$$

Shear stress in hollow cylinder:

$$\tau_{tx} = \frac{T}{2\pi r_{avg}^2 t}$$

Area moment of inertia for cylinder:  $I = \pi r^4/4$

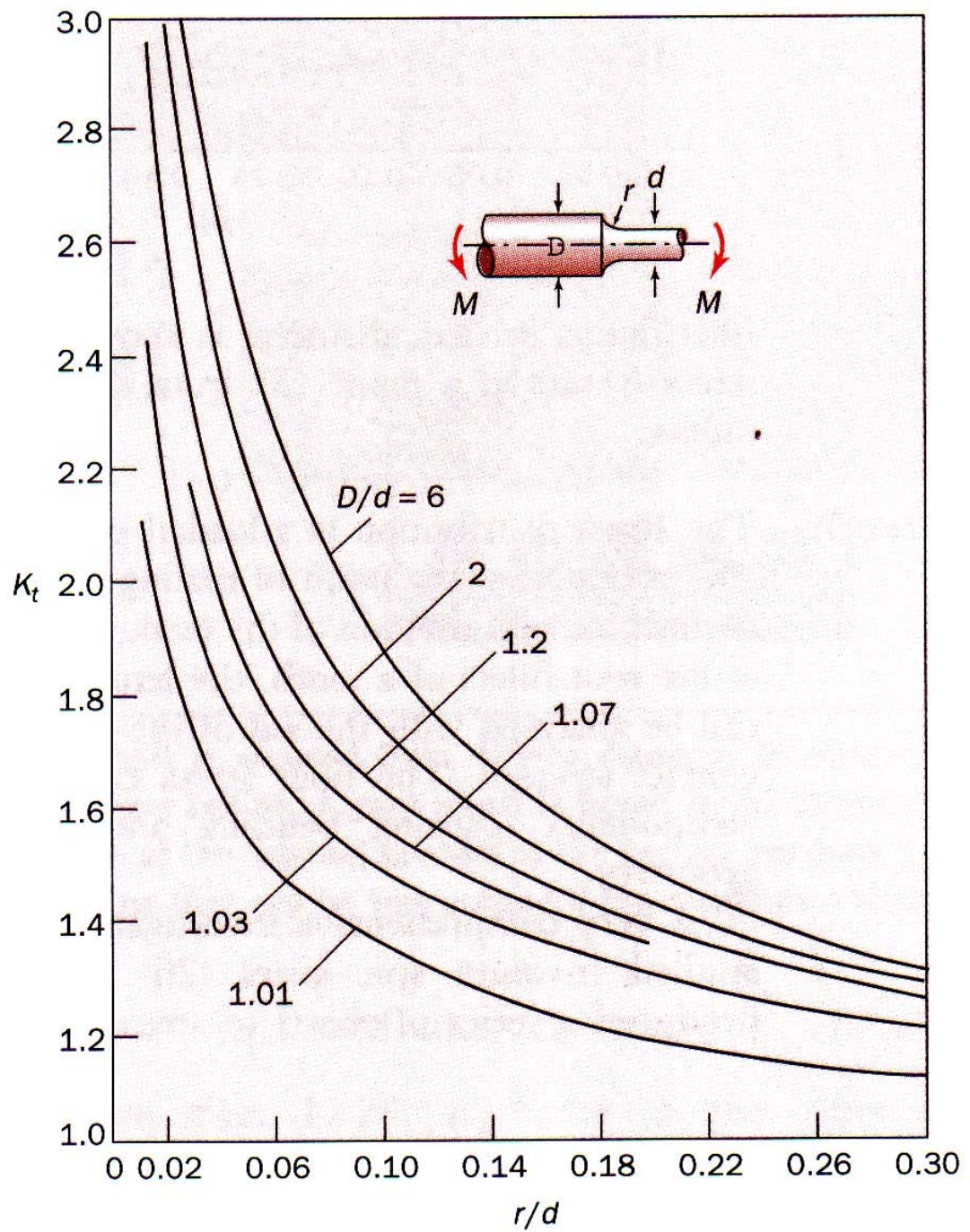
## Tensile Properties for Some Engineering Metals

Material	Elastic Modulus $E$	0.2% Yield Strength $\sigma_o$	Ultimate Strength $\sigma_u$	Elongation <sup>1</sup> $100\varepsilon_f$	Reduction in Area $\%RA$
	GPa ( $10^3$ ksi)	MPa (ksi)	MPa (ksi)	%	%
Ductile cast iron A536 (65-45-12)	159 (23)	334 (49)	448 (65)	15	19.8
AISI 1020 steel as rolled	203 (29.4)	260 (37.7)	441 (64)	36	61
ASTM A514, T1 structural steel	208 (30.2)	724 (105)	807 (117)	20	66
AISI 4142 steel as quenched	200 (29)	1619 (235)	2450 (355)	6	6
AISI 4142 steel 205°C temper	207 (30)	1688 (245)	2240 (325)	8	27
AISI 4142 steel 370°C temper	207 (30)	1584 (230)	1757 (255)	11	42
AISI 4142 steel 450°C temper	207 (30)	1378 (200)	1413 (205)	14	48
18 Ni maraging steel (250)	186 (27)	1791 (260)	1860 (270)	8	56
SAE 308 cast aluminum	70 (10.2)	169 (25)	229 (33)	0.9	1.5
2024-T4 aluminum	73.1 (10.6)	303 (44)	476 (69)	20	35
7075-T6 aluminum	71 (10.3)	469 (68)	578 (84)	11	33
AZ91C-T6 cast magnesium	40 (5.87)	113 (16)	137 (20)	0.4	0.4

Note: <sup>1</sup>Typical values from [Boyer 85] are listed in most cases.

Sources: Data in [Conle 84] and [SAE 89].

### Stress Concentration for the Bending of a with a shoulder fillet



---

UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

First Semester Examination  
Academic Session 2010/2011

November 2010

**EPC 431/3 – Robotic & Automation**  
***Robotik & Automasi***

Duration : 3 hours  
*Masa : 3 jam*

---

**INSTRUCTIONS TO CANDIDATE:**  
**ARAHAN KEPADA CALON:**

Please check that this paper contains **NINE (9)** printed pages and **FIVE (5)** questions before you begin the examination.

*Sila pastikan bahawa kertas soalan ini mengandungi **SEMBILAN (9)** mukasurat bercetak dan **LIMA (5)** soalan sebelum anda memulakan peperiksaan.*

Answer **ALL** questions.  
*Jawab **SEMUA** soalan.*

You may answer all questions in **English** OR **Bahasa Malaysia** OR a combination of both.  
*Calon boleh menjawab semua soalan dalam **Bahasa Malaysia** ATAU **Bahasa Inggeris** ATAU kombinasi kedua-duanya.*

Answer to each question must begin from a new page.  
*Jawapan untuk setiap soalan mestilah dimulakan pada mukasurat yang baru.*

In the event of any discrepancies, the English version shall be used.  
*Sekiranya terdapat sebarang percanggahan pada soalan peperiksaan, versi Bahasa Inggeris hendaklah diguna pakai.*

**Q1. [a] Describe the first industrial robot.**

*Jelaskan robot industri yang pertama.*

**(20 marks/markah)**

**[b] Explain the two different structure of robot: serial and parallel kinematic chain.**

*Terangkan dua struktur robot yang berbeza: rantai kinematik siri dan selari.*

**(20 marks/markah)**

**[c] Describe FIVE benefits that can be obtained when applying robot in a production line.**

*Jelaskan LIMA manfaat yang boleh didapati bila mengaplikasikan robot dalam sebuah talian pengeluaran.*

**(20 marks/markah)**

**[d] Why most of the industrial robots have six degrees of freedom?**

*Mengapa kebanyakan robot industri mempunyai enam darjah kebebasan?*

**(20 marks/markah)**

**[e] With the help of a sketch, describe the degree of freedom of a cylindrical pair joint.**

*Dengan bantuan lakaran, jelaskan darjah kebebasan satu sendi pasangan silinder.*

**(20 marks/markah)**

**Q2. [a] There are some major coordinate systems based on which robots are generally specified as following: Cartesian, Cylindrical, Polar or spherical and Articulated or jointed.**

**(i) Sketch the coordinate configurations of each coordinate systems.**

**(ii) Sketch two views to indicate the work envelope of each robots.**

**(iii) Provide one example of application for each robot configuration.**

*Terdapat beberapa sistem koordinat utama yang robot umumnya ditentukan berasas seperti berikut: Kartesian, Silinder, Polar atau sfera dan Bersendi*

**(i) Lakarkan konfigurasi koordinat bagi setiap sistem koordinat.**

**(ii) Lakarkan dua pandangan bagi menunjukkan ruang kerja untuk setiap robot.**

**(iii) Berikan satu contoh aplikasi bagi setiap konfigurasi robot.**

**(30 marks/markah)**



- [b] Figure Q2[b](i) shows a robot having three degrees of freedom with two revolute joint and one linear joint. Figure Q2[b](ii) shows the manipulator with a linear joint at minimum extension where  $L_1 = 400$  mm,  $L_2 = 600$  mm and  $L_3 = 200$  mm. Produce a mathematical model of the robot kinematics by determining its link parameters and deriving its link transformation

Rajah S2[b](i) menunjukkan sebuah robot yang mempunyai tiga darjah kebebasan dengan dua sendi putaran dan satu sendi lurus. Rajah S2[b](ii) menunjukkan pengolannya dengan sendi lurus pada pemanjangan minima dimana  $L_1=400$  mm,  $L_2=600$  mm dan  $L_3=200$  mm. Bina model matematik bagi kinematik robot tersebut dengan menentukan parameter-parameter dan menerbitkan penjelmaan rangkainya

$${}^{i-1}T_i = \begin{bmatrix} \cos \theta_i & -\sin \theta_i & 0 & a_{i-1} \\ \sin \theta_i \cos \alpha_{i-1} & \cos \theta_i \cos \alpha_{i-1} & -\sin \alpha_{i-1} & -\sin \alpha_{i-1} d_i \\ \sin \theta_i \sin \alpha_{i-1} & \cos \theta_i \sin \alpha_{i-1} & \cos \alpha_{i-1} & \cos \alpha_{i-1} d_i \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

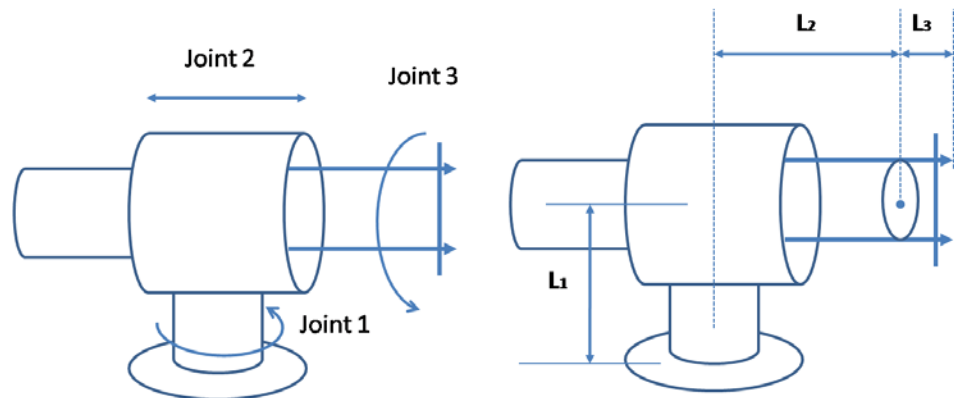


Figure Q2[b]  
Rajah S2[b]

(30 marks/markah)

- [c] Figure Q2[c] shows a manipulator with its link parameters and transformation  ${}^0_3T$ . Solve the inverse kinematics of the manipulator to obtain the joint angles  $\theta_1, \theta_2$  and  $\theta_3$  when the desired position of the gripper at the  $(x_0, y_0)$  coordinates is (130 mm, 290 mm), and the desired orientation of the gripper is  $\phi = 120^\circ$  relative to  $X_0$  axis.

Rajah S2[c] menunjukkan sebuah pengolah dengan parameter-parameter dan penjelmaan  ${}^0_3T$  rangkainya. Selesaikan kinematik songsang pengolah tersebut bagi mendapatkan sudut-sudut sendinya  $\theta_1, \theta_2$  dan  $\theta_3$  apabila posisi pengenggamnya pada koordinat  $(x_0, y_0)$  adalah (130 mm, 290 mm) dan orientasi pengenggamnya adalah  $\phi = 120^\circ$  merujuk kepada paksi  $X_0$ .

$${}^0_3T = \begin{bmatrix} \cos(\theta_1 + \theta_2 + \theta_3) & -\sin(\theta_1 + \theta_2 + \theta_3) & 0 & 200\cos\theta_1 + \cos(\theta_1 + \theta_2) \\ \sin(\theta_1 + \theta_2 + \theta_3) & \cos(\theta_1 + \theta_2 + \theta_3) & 0 & 200\sin\theta_1 + 250\sin(\theta_1 + \theta_2) \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} i & \alpha_i - 1 & a_i - 1 & d_i & \theta_i \\ 1 & 0 & 0 & 0 & \theta_1 \\ 2 & 0 & 200 & 0 & \theta_2 \\ 3 & 0 & 250 & 0 & \theta_3 \end{bmatrix}$$

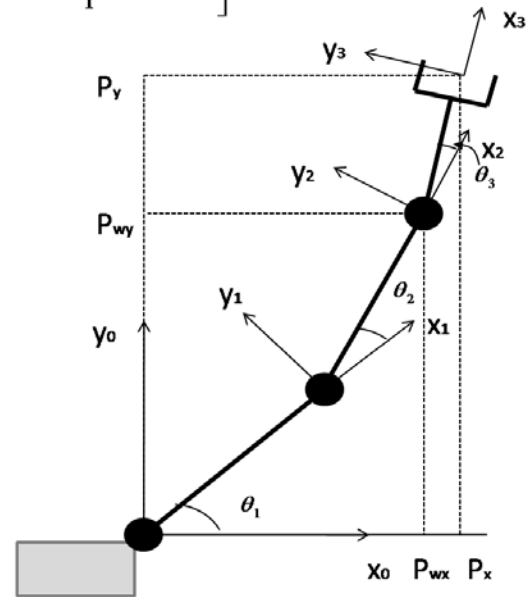


Figure Q2[c]

Rajah S2[c]

(40 marks/markah)

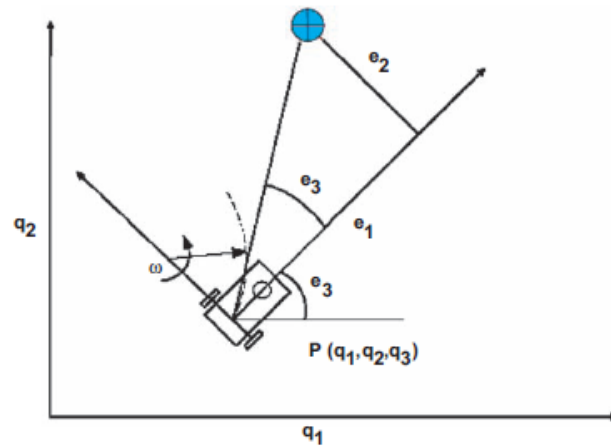
- Q3. [a] **Wheeled Mobile Robots(WMR) can have a large number of possible wheel configurations and kinematics designs. Give two types of mobile robot with its configuration. State five merits and five demerits of each robot with respect to application.**

*“Mobile” robot beroda boleh mempunyai sejumlah besar konfigurasi roda yang mungkin dan rekabentuk kinematik. Beri dua jenis “mobile” robot dengan konfigurasinya. Nyatakan lima merit dan demerit berhubung dengan aplikasinya.*

(30 marks/markah)

- [b] **Figure Q3[b] shows a relevant variables for Unicycle WMR type model. Based on this variables, construct the kinematic model equation.**

*Rajah S3[b] menunjukkan sebuah nilai pembolehubah yang relevan untuk model WMR jenis “Unicycle”. Dengan menggunakan pembolehubah ini, rumuskan model persamaan kinematik.*

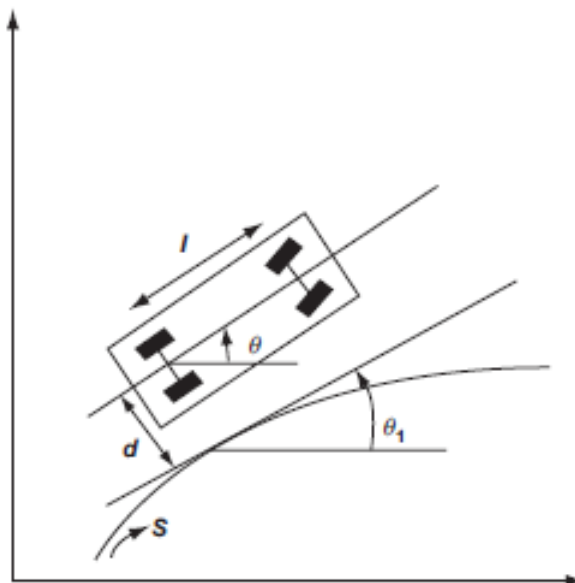


**Figure Q3[b]**  
Rajah S3[b]

(35marks/markah)

- [c] **Figure Q3[c] shows a path coordinate model for WMR car type configuration. The angle between the car and the tangent to the path is  $\theta_p = \theta - \theta_t$ . The distance traveled along the path starting at some arbitrary initial position is given by the arc length  $s$ . For this configuration, write the kinematic model of this car type.**

*Rajah S3[c] menunjukkan jalan koordinat model untuk konfigurasi WMR jenis kereta. Sudut antara kereta dan tangen jalan ialah  $\theta_p = \theta - \theta_t$ . Jarak perjalanan sepanjang jalan bermula dari kedudukan asal diberikan oleh  $s$ , panjang busur. Untuk konfigurasi ini, tuliskan model kinematik untuk konfigurasi jenis kereta ini.*



**Figure Q3[c]**  
Rajah S3[c]

(35marks/markah)

- Q4. [a] A gantry robot has x and r axes driven by stepper motors with  $3.6^\circ$  per step resolution. The first motor is connected to the x axis through a ball screw with 8 mm pitch. The second motor is connected to the r axis through a gear box with 20:1 ratio.**

*Sebuah robot gantri mempunyai paksi x and r yang dipacu oleh motor pelangkah dengan resolusi  $3.6^\circ$  per langkah. Motor pertama disambung kepada paksi x melalui satu skrew berbola dengan anggul 8 mm. Motor kedua disambung kepada paksi r melalui satu kotak gear dengan nisbah 20:1.*

- (i) Calculate the required unit value to convert from step to either mm or degree for each axis.**

*Kira nilai unit diperlukan bagi menukar dari langkah, samada ke mm atau darjah untuk setiap paksi.*

- (ii) Calculate the operating speed in Hz, when the x and r axes are required to move 1.0 m/s and 180 degree/s respectively.**

*Kira laju operasi dalam Hz, apabila paksi x dan r masing-masing perlu bergerak 1.0 m/s dan 180 darjah/s.*

- (iii) Write the commands required to set the unit and operating speed in the x and r motor controller.**

*Tuliskan arahan yang perlu bagi menentukan unit dan laju operasi dalam pengawal motor x dan r.*

**(30 marks/markah)**

- [b] A gantry robot is required to move along the z and r axes simultaneously to a position 0.5 m and 180 degree relative to the home respectively. Then, it moves along the r axis to an angle of -90 degree from the current position. Finally, it moves along the z axis to a distance 0.8 m from the current position. Write a program for that task and determine the final position relative to the home.**

*Sebuah robot gantri diperlukan bagi bergerak sepanjang paksi x dan y serentak ke satu posisi masing-masing 0.5 m dan 180 darjah merujuk kepada asalan. Kemudian, ia bergerak sepanjang paksi r ke sudut -90 darjah dari posisi semasa. Akhirnya, ia bergerak sepanjang paksi z ke satu jarak 0.8 m dari posisi semasa. Tulis satu aturcara untuk tugas tersebut dan tentukan posisi akhir merujuk kepada asalan.*

**(20 marks/markah)**

- [c] **The program for XY motor controller and the program for the ZR motor controller in Figure Q4[c] shows the task of gantry robot to pick a component from a loading station and place it on a sliding table. Output 1, Output 2, Input 1 and Input 2 of the XY motor controller is connected to the Input 1, Input 2, Output 1 and Output 2 of the ZR motor controller respectively. Output 3 of the ZR motor controller is connected to the solenoid valve of the gripper. Input 4 of the ZR motor controller is connected to the optical sensor at the gripper. Draw a flow chart that describes the operation of the gantry robot based on the given programs.**

*Aturcara bagi pengawal motor XY dan aturcara bagi pengawal motor ZR dalam Rajah S4[c] menunjukkan tugas robot gantri bagi mengambil komponen dari satu stesyen pemungkah dan meletakkannya di atas sebuah meja meluncur. Output 1, Output 2, Input 1 dan Input 2 pengawal motor XY masing-masing disambung kepada Input 1, Input 2, Output 1 dan Output 2 pengawal motor ZR. Output 3 pengawal motor ZR disambung kepada injap solenoid penggenggam. Input 4 pengawal motor ZR disambung kepada penderia optik pada penggenggam. Lukiskan satu carta alir yang menjelaskan operasi robot gantri berdasarkan aturcara-aturcara yang diberikan.*

<b>XY Motor Controller</b> <b>SEQ 12</b> [1] D1 576 [2] D2 320 [3] MU1 [4] ABS1 [5] ABS2 [6] MU0 [7] OUT 1,1 [8] DELAY 1 [9] OUT 1,0 [10] IN 2,1 [11] CJMP 1,0,21 [12] D1 821 [13] D2 573 [14] MU1 [15] INC1 [16] INC2 [17] MU0 [18] OUT 2,1 [19] DELAY 1 [20] OUT 2,0 [21] END	<b>ZR Motor Controller</b> <b>SEQ 12</b> [1] D2 270 [2] ABS2 [3] OUT 3,0 [4] DELAY 1 [5] IN 1,1 [6] D1 286 [7] ABS1 [8] CJMP 4,0,12 [9] OUT 1,1 [10] OUT 3,1 [11] DELAY 1 [12] D1 -286 [13] INC1 [14] OUT 2,1 [15] DELAY 1 [16] OUT 2,0 [17] CJMP 4,0,28 [18] D1 0 [19] ABS1 [20] IN 2,1 [21] D1 286 [22] INC1 [23] OUT 3,0 [24] DELAY 1 [25] D1 0 [26] ABS1 [27] OUT 1,0 [28] END
---	---

**Figure Q4[c]**  
*Rajah S4[c]*

**(50 marks/markah)**

**Q5. [a] Explain the difference between automation and mechanization.**

*Terangkan perbezaan antara automasi dan penjenteraan.*

**(20 marks/markah)**

**[b] A programmable logic controller (PLC) is used as a master controller to synchronize two stepper motor controllers. A program for gantry robot to pick and place a component has been loaded into memory 4 of each motor controller. Build a ladder diagram as a subroutine for the PLC to execute the program in both motor controllers. State the required input/output connection between the PLC and both motor controllers.**

*Sebuah pengawal logik bolehaturcara (PLC) diguna sebagai satu pengawal induk bagi menyegerakkan dua buah pengawal motor pelangkah. Satu aturcara bagi robot gantri mengambil dan letak sebuah komponen telah dimuatkan ke dalam memori 4 setiap pengawal motor. Bina satu rajah tetangga sebagai satu subrutin bagi PLC melaksanakan aturcara dalam kedua-dua pengawal motor. Nyatakan sambungan input/output diperlukan antara PLC dan kedua-dua pengawal motor.*

**(40 marks/markah)**

- [c] A programmable logic controller is used as master controller to execute gantry robot tasks in sequence for transferring four components. Table Q5[c] shows a list of subroutines to execute the programs for robot tasks. Build a ladder diagram as the main program to execute the sequences. State the required input/output connections between the PLC and the controllers.**

*Sebuah pengawal logik bolehaturcara diguna sebagai pengawal induk untuk melaksanakan tugas-tugas robot gantri dalam urutan bagi memindahkan empat komponen. Jadual S5[c] menunjukkan satu senarai subrutin-subrutin bagi melaksanakan aturcara-aturcara untuk tugas kedua-dua robot. Bina satu rajah tetangga sebagai aturcara utama bagi melaksanakan urutan-urutan tersebut. Nyatakan sambungan input/output diperlukan antara PLC dan pengawal-pengawal.*

**Table Q5[c]**  
*Jadual S5[c]*

Subroutine	Component	From	To
5	A	A loading station	A sliding table
6	D	D loading station	D sliding table
7	C	C loading station	C sliding table
8	B	B loading station	B sliding table

**(40 marks/markah)**

---

UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

First Semester Examination  
Academic Session 2010/2011

November 2010

**EPE 421/3 – Ergonomic & Industrial Safety**  
***Ergonomik & Keselamatan Industri***

Duration : 3 hours  
*Masa : 3 jam*

---

**INSTRUCTIONS TO CANDIDATE:**  
**ARAHAN KEPADA CALON:**

Please check that this paper contains **EIGHT (8)** printed pages and **SIX (6)** questions before you begin the examination.

*Sila pastikan bahawa kertas soalan ini mengandungi **LAPAN (8)** mukasurat bercetak dan **ENAM (6)** soalan sebelum anda memulakan peperiksaan.*

Answer **FIVE (5)** questions.  
*Jawab **LIMA (5)** soalan.*

You may answer all questions in **English** OR **Bahasa Malaysia** OR a combination of both.  
*Calon boleh menjawab semua soalan dalam **Bahasa Malaysia** ATAU **Bahasa Inggeris** ATAU kombinasi kedua-duanya.*

Answer to each question must begin from a new page.  
*Jawapan untuk setiap soalan mestilah dimulakan pada mukasurat yang baru.*

In the event of any discrepancies, the English version shall be used.  
*Sekiranya terdapat sebarang percanggahan pada soalan peperiksaan, versi Bahasa Inggeris hendaklah diguna pakai.*



- Q1. [a] States TWO advantages of standing posture and TWO advantages sitting posture at a cashier counter in a department store.**

*Nyatakan DUA kelebihan kerja berdiri dan DUA kelebihan kerja duduk di kaunter juruwang di sebuah gedung belibelah*

**(20 marks/markah)**

- [b] Explain briefly TWO sets of requirement in an industrial setting which influences the work postures**

*Terangkan secara ringkas DUA set keperluan dalam situasi industri yang mempengaruhi postur kerja*

**(20 marks/markah)**

- [c] You need to design a standing workstation at a carpentry workshop**

**(i) Why standing posture is more appropriate at this workplace? Provide TWO reasons.**

**(ii) Select THREE workspace that are critical for this workstation**

**(iii) State the appropriate body dimensions to be considered for the four workspaces.**

**(iv) Select TWO other criteria required for performing task at this workstation**

**(v) State the appropriate body dimensions to be considered for the TWO criteria.**

*Anda perlu merekabentuk sebuah stesen kerja disebuah bengkel kerja kayu.*

*(i) Mengapa postur berdiri lebih sesuai bagi stesen kerja ini? Berikan DUA sebab.*

*(ii) Pilih TIGA ruangkerja paling kritikal bagi stesen kerja ini.*

*(iii) Nyatakan dimensi tubuh yang sesuai di pertimbangkan bagi keempat-empat ruang kerja.*

*(iv) Pilih DUA criteria lain yang di perlukan bagi melakukan tugas di stesen kerja ini*

*(v) Nyatakan dimensi tubuh yang sesuai di pertimbangkan bagi kedua kriteria tersebut.*

**(60 marks/markah)**

- Q2. [a] With the aid of diagrams, explain briefly the statistical concept that is used in developing an anthropometric data set.**

*Dengan bantuan gambarajah, terangkan secara ringkas konsep statistik yang digunakan untuk membangunkan satu set data antropometrik.*

**(15 marks/markah)**

- [b] With the aid of diagrams, explain briefly TWO of the anthropometric data type. Provide an example of design application for each data type.**

*Terangkan secara ringkas dengan bantuan gambarajah, DUA jenis data anthropometrik. Berikan contoh aplikasi rekabentuk bagi setiap jenis data.*

**(20 marks/markah)**

- [c] You are a designer at MODENAS Company specializing in the design of scooter. In your design you are forced to incorporate ergonomic principles.**

**(i) Provide the population segment to be the expected scooter users. State TWO reasons.**

**(ii) Choose FIVE critical product dimensions that you should consider.**

**For each of the dimensions (use table format)**

**(iii) Select the appropriate body dimensions**

**(iv) Select the appropriate population type**

**(v) Select the appropriate percentile**

*Anda seorang pereka perabot di MODENAS yang khusus dalam rekabentuk skuter. Anda terpaksa menggunakan prinsip ergonomik dalam rekabentuk anda.*

**(i) Berikan segmen populasi yang dijangkakan sebagai pengguna skuter itu. Nyatakan DUA sebab**

**(ii) Pilih LIMA dimensi produk yang kritikal yang perlu anda pertimbangkan.**

*Bagi setiap dimensi tersebut (gunakan format jadual):*

**(iii) pilih dimensi tubuh yang sesuai**

**(iv) pilih jenis populasi yang sesuai**

**(v) pilih persentil yang sesuai**

**(65 marks/markah)**

**Q3. [a] Differences in physical variables in manual lifting of similar load can cause differences in energy expenditure.**

- (i) State THREE main physical variables affecting the task**
- (ii) Provide the effect of each of the variable variations to the energy expenditure.**

*Perbezaan dalam variabel fizikal ketika mengangkat beban yang sama boleh memberi perbezaan dalam penggunaan tenaga*

- (i) Nyatakan TIGA variabel fizikal utama yang mempengaruhi tugas*
- (ii) Berikan kesan bagi variasi pada setiap variabel terhadap penggunaan tenaga.*

**(24 marks/markah)**

**[b] Metabolism is one of the human body sub-systems.**

- (i) Explain briefly with the aid diagram(s), the mechanism of energy conversion in the human body.**
- (ii) Base on the above explanation, give TWO causal for physical fatigue.**

*Metabolisma merupakan sebahagian dari sub-sistem tubuh manusia*

- (i) Terangkan secara ringkas dengan bantuan gambarajah ,mengenai mekanisma metabolisma penukaran tenaga dalam tubuh manusia*
- (ii) Berasaskan penerangan tersebut, nyatakan punca punca kelesuan tubuh manusia*

**(36 marks/markah)**

**[c] Physical work requires energy and the quality of work will decrease as the time to perform is prolonged.**

- (i) State TWO common methods of measuring energy expenditure for the whole body**
- (ii) Explain ONE of the methods**
- (iii) State TWO assumptions in the method that you have explained.**

*Kerja fizikal memerlukan tenaga dan kualiti kerja akan menurun jika masa kerja di perpanjangkan.*

- (i) *Nyatakan dua kaedah lazim bagi mengukur penggunaan tenaga untuk keseluruhan tubuh*
- (ii) *Terangkan SATU dari kaedah tersebut.*
- (iii) *Nyatakan DUA andaian dalam kaedah yang telah anda terangkan*  
(40 marks/markah)

**Q4. [a] Sketch and label the components of the musculoskeletal system and its location.**

*Lakarkan dan labelkan komponen komponen sistem otot-tulang dan lokasinya.*

(10 marks/markah)

**[b] Posture stability is important in lifting and lowering task.**

- (i) **Propose TWO of methods proper manual lifting or lowering task.**
- (ii) **Explain rational of each proposal based on posture stability concept.**

*Kestabilan postur amat penting dalam tugas mengangkat atau menurunkan beban.*

- (i) *Cadangkan DUA kaedah yang sesuai untuk tugas mengangkat atau menurunkan bahan secara insani.*
- (ii) *Terangkan rasional bagi setiap cadangan berdasarkan konsep kestabilan postur.*

(51 marks/markah)

**[c] A man of weight 80 kg starts bending 30 degrees to lift a bin of 15 kg load. The man has to reach 40 cm. in front of the lumbar to hold the bin. The man centre of mass lies 35 cm from the lumbar spine. Assume the upper body weight is half of total body weight.**

- (i) **Draw a free body diagram of this posture**
- (ii) **Calculate the force applied and moment to the lumbar at this posture.**
- (iii) **State TWO assumptions for your calculation in part (ii)**

*Seorang lelaki seberat 80 kg membongkok sebanyak 30 darjah untuk mengangkat sebuah kotak yang beratnya 15 kg. Lelaki tersebut perlu mencapai 40 cm di hadapan lumbar tulang belakang untuk memegang kotak tersebut. Pusat jisim lelaki itu berada 35 cm dari bahagian lumbar tulang belakang. Berat bahagian atas badan adalah separuh berat tubuh.*

- (i) *Lukis gambarajah jasad bebas bagi postur tersebut.*
- (ii) *Kirakan daya dan momen yang dikenakan pada lumbar ketika postur ini.*
- (iii) *Nyatakan DUA andaian bagi kiraan di bahagian (ii)*  
(39 marks/markah)

**Q5. [a] Machines and people are working together in most industrial environment.**

- (i) **Draw and use notation to illustrate the relationship between human, machines and the working environment.**
- (ii) **Recommend TWO setting in an industrial situation, where human control system are better than full automatic system.**

*Manusia dan mesin selalunya bersama di dalam sekitaran industri*

- (i) *Lukis dan guna notasi bagi melakarkan hubungkait antara manusia, mesin dan persekitaran kerja.*
- (ii) *Cadangkan DUA keadaan dalam situasi industri di mana sistem kawalan manusia lebih baik dari sistem otomatik sepenuhnya.*  
(25 marks/markah)

**[b] People need to interact with equipment in their daily work**

- (i) **Briefly explain the information input-output mechanism in the man-machine close loop system. Use a situational example.**
- (ii) **Provide TWO situations where incompatibilities in man-machine system hinder good human performance.**

*Manusia perlu berinteraksi dengan peralatan dalam kerja harian.*

- (i) *Terangkan secara ringkas mekanisma input-output maklumat dalam sistem tertutup manusia-mesin. Guna contoh situasi.*
- (ii) *Beri DUA situasi dimana ketidakrasian dalam sistem manusia-mesin menghalang prestasi baik dari manusia.*

(30 marks/markah)

**[c] A design office is situated next to a sheet metal area where frequent intermittent thumping noise and vibration is emitted. Design office usually requires good lighting.**

- (i) Use flowchart to describe a procedure that you will take to design the design office lighting so that the visual environment is ideal.**
- (ii) Use flowchart to describe your procedure to reduce the effect of vibration in the design office.**
- (iii) Use flowchart to describe a procedure that you will take to reduce noise emitted to design office.**

*Sebuah pejabat rekabentuk terletak bersebelahan dengan kawasan pemprosesan kepingan logam yang mana hingar dan getaran lantai sering berlaku.*

- (i) Guna carta alir bagi menerangkan prosedur yang anda akan ambil bagi merekabentuk pencahayaan pejabat rekabentuk supaya sekitaran visual menjadi ideal.*
- (ii) Guna carta alir bagi menerangkan prosedur bagi mengurangkan kesan getaran ke kawasan pejabat rekabentuk*
- (iii) Guna carta alir bagi menerangkan prosedur yang anda akan ambil bagi mengurangkan hingar ke kawasan pejabat rekabentuk.*

**(45 marks/markah)**

**Q6. [a] Provide TWO situations where audio display is more appropriate than visual display**

*Beri DUA keadaan dimana paparan bunyi lebih sesuai diguna dari paparan visual.*

**(20 marks/markah)**

**[b] Information from the surrounding is often input through the human senses. However, human sensors has its limitation**

- (i) Explain briefly the mechanism of human vision and its limitation. Use diagram to aid your explanation.**
- (ii) Use sound terminologies to differentiate between sound and noise**

*Maklumat sekitar sering di masukkan menerusi deria manusia. Walaubagaimanapun, daya deria manusia ada hadnya.*

- (i) Terangkan secara ringkas berkenaan mekanisma penglihatan manusia dan had hadnya. Guna gambarajah sebagai pembantu penerangan anda.*
- (ii) Guna istilah bunyi bagi membezakan antara bunyi dan hingar.*

**(28 marks/markah)**

**[c] You have to design a stationary computerized motorcycle simulator, where riding is done virtually. The product is intended for driving school use in the future.**

- (i) Recommend FOUR (4) most important information to be displayed in the simulator**

**For EACH recommendation decide**

- (ii) The format of display**
- (iii) The form to be used**
- (iv) The colour(s) to be used**
- (v) Size of display content**
- (vi) Your reasoning**

*Anda perlu merekabentuk sebuah simulator motorsikal berasaskan komputer di mana pengguna akan memandunya secara maya. Produk ini akan diguna oleh semua sekolah memandu di masa mendatang.*

- (i) Cadangkan EMPAT (4) maklumat terpenting untuk di pamerkan di simulator tersebut**

*Bagi setiap cadangan, buat keputusan berkenaan*

- (ii) Format paparan**
- (iii) Bentuk yang akan digunakan**
- (iv) Warna-warna yang akan diguna**
- (v) Saiz isikandung paparan**
- (vi) Sebab musabab keputusan dibuat sedemikian**

**(52 marks/markah)**

---

UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

First Semester Examination  
Academic Session 2010/2011

November 2010

**EPE 431/3 – Project Management**  
***Pengurusan Projek***

Duration : 3 hours  
*Masa : 3 jam*

---

**INSTRUCTIONS TO CANDIDATE:**  
**ARAHAN KEPADA CALON:**

Please check that this paper contains **FIVE (5)** printed pages and **FIVE (5)** questions before you begin the examination.

*Sila pastikan bahawa kertas soalan ini mengandungi **LIMA (5)** mukasurat bercetak dan **LIMA (5)** soalan sebelum anda memulakan peperiksaan.*

Answer **ALL** questions.  
*Jawab **SEMUA** soalan.*

You may answer all questions in **English** OR **Bahasa Malaysia** OR a combination of both.  
*Calon boleh menjawab semua soalan dalam **Bahasa Malaysia** ATAU **Bahasa Inggeris** ATAU kombinasi kedua-duanya.*

Answer to each question must begin from a new page.  
*Jawapan untuk setiap soalan mestilah dimulakan pada mukasurat yang baru.*

In the event of any discrepancy found in examination question, the English version shall be used.

*Sekiranya terdapat sebarang percanggahan pada soalan peperiksaan, versi Bahasa Inggeris hendaklah diguna pakai.*



- Q1. [a] Describe the essential components of corporate strategy and the role of projects in it.**

*Huraikan komponen-komponen yang penting bagi strategi korporat dan peranan projek-projek di dalamnya.*

**(30 marks/markah)**

- [b] Explain how organizational culture impacts project management.**

*Terangkan bagaimana budaya organisasi memberi kesan kepada pengurusan projek.*

**(30 marks/markah)**

- [c] Compare two forms of a matrix organization and indicate the advantages of each for project management.**

*Bandingkan dua bentuk organisasi matriks dan tunjukkan kelebihan-kelebihan setiap satunya dalam pengurusan projek.*

**(40 marks/markah)**

- Q2. [a] USM is considering two projects to increase postgraduate student enrollment: offering evening classes daily from 6 pm to 9 pm or offering visit by the lecturer to student's home to provide instruction. Use a simple scoring model with at least three criteria to evaluate these two projects.**

*USM mempertimbangkan dua projek untuk meningkatkan pendaftaran pelajar prasiswazah: menawarkan kelas petang harian dari pukul 6 pm hingga 9 pm atau menawarkan lawatan oleh pensyarah ke rumah pelajar untuk memberi arahan. Gunakan satu model catatan mata yang mudah dengan sekurang-kurangnya tiga kriteria untuk menilai dua projek tersebut.*

**(30 marks/markah)**

- [b] Describe the use of a profile model. Construct an example and clearly label every component and label the best alternative in the example.**

*Huraikan kegunaan model profil. Binakan satu contoh dan tandakan semua komponen dengan jelas dan tandakan alternatif yang terbaik dalam contoh berkenaan.*

**(40 marks/markah)**

- [c] The information of two investment projects is shown in Table Q2[c]. From the two projects, choose one based on Net Present Value. The rate of return is set to be 15% and inflation rate remains at 4%.**

*Maklumat bagi dua projek pelaburan adalah ditunjuk di Jadual S2[c]. Dari dua projek ini, pilih satu berdasarkan nilai bersih masakini. Kadar pulangan adalah ditetapkan pada 15% dan kadar inflasi adalah tetap pada 4%.*

**Table Q2[c]**  
*Jadual S2[c]*

<i>Year</i>	<i>Project A (RM)</i>	<i>Project B (RM)</i>
<b>0</b>	<b>-10,000</b>	<b>-10,000</b>
<b>1</b>	<b>2,000</b>	<b>1,000</b>
<b>2</b>	<b>3,000</b>	<b>1,000</b>
<b>3</b>	<b>5,000</b>	<b>3,000</b>
<b>4</b>	<b>5,000</b>	<b>8,000</b>
<b>5</b>	<b>4,000</b>	<b>8,000</b>

(30 marks/markah)

**Q3. [a]** Twelve activities are presented in Table Q3[a]. These activity durations have been estimated with 90% of likelihood. With the precedence requirements, create

- (i) Traditional schedule based on early start times.
- (ii) Critical chain schedule with buffers.

*Dua belas aktiviti telah diberikan dalam Jadual S3[a]. Tempoh-tempoh aktiviti berkenaan telah dianggarkan pada kebarangkalian 90%. Berdasarkan syarat-syarat pendahuluan, wujudkan*

- (i) *Jadual tradisional berdasarkan masa mula awal*
- (ii) *Jadual berdasarkan rantai kritikal dengan penampan-penampan*

**Table Q3[a]**  
*Jadual S3[a]*

<b>Activity</b>	<b>Time</b>	<b>Predecessor</b>
<b>A</b>	<b>8</b>	
<b>B</b>	<b>15</b>	
<b>C</b>	<b>19</b>	<b>B</b>
<b>D</b>	<b>12</b>	<b>C</b>
<b>E</b>	<b>3</b>	<b>C</b>
<b>F</b>	<b>16</b>	<b>A</b>
<b>G</b>	<b>12</b>	<b>F</b>
<b>H</b>	<b>16</b>	<b>E</b>
<b>I</b>	<b>7</b>	<b>D</b>
<b>J</b>	<b>16</b>	<b>G, H</b>
<b>K</b>	<b>12</b>	<b>I</b>
<b>L</b>	<b>8</b>	<b>J, K</b>

(50 marks/markah)

- [b] Calculate activity durations and variances for project using the values in the Table Q3[b]. Find the critical path and assess how closely should the other path be watched.**

*Kirakan tempoh-tempoh dan varian-varian aktiviti bagi projek yang ditunjukkan di Jadual S3[b]. Carikan laluan kritikal dan tentukan sejauh mana sepatutnya laluan yang lain perlu diperhati dengan teliti.*

**Table Q3[b]**  
*Jadual S3[b]*

Activity	Predecessor	Optimistic	Likely	Pessimistic
A	-	4	6	10
B	A	2	5	8
C	A	6	7	9
D	B	3	9	20
E	C	7	9	11
F	D, E	7	11	19

**(50 marks/markah)**

- Q4. [a] Explain what is a budget contingency and discuss its three uses.**

*Jelaskan apa itu bajet luar jangkaan dan bincangkan tiga kegunaannya.*

**(40 marks/markah)**

- [b] Perform resource leveling on the project shown in Table Q4[b]. Activity times are calculated in 8 hours per day. The project has two full-time employees (each available for 8 hours of works per day) and one part time employee (available for 4 hours per day). All of the activities may be performed by any of the employees. Activity splitting is allowed.**

*Jalankan perarasan sumber bagi projek yang ditunjukkan dalam Jadual S4[b]. Masa-masa aktiviti adalah dikira dalam 8 jam sehari. Projek ini mempunyai dua pekerja penuh masa (seorang boleh bekerja untuk 8 jam setiap hari) dan satu pekerja sambilan (boleh bekerja untuk 4 jam setiap hari). Kesemua aktiviti boleh dilaksanakan oleh mana-mana pekerja. Pemecahan aktiviti adalah dibenarkan.*

**Table Q4[b]**  
*Jadual S4[b]*

Activity	Time	Predecessor
A	8	--
B	5	A
C	9	A
D	11	A
E	7	B
F	5	E
G	3	C
H	4	D
I	9	G, H
J	3	F, I

(60 marks/markah)

- Q5. [a]** Sketch the project control cycle and discuss the activities that take place in each step.

*Lakarkan kitaran kawalan projek dan bincangkan aktiviti-aktiviti yang berlaku dalam setiap langkah.*

(50 marks/markah)

- [b]** Based on the earned value table (Table Q5[b]) at the end of month May, determine cost and schedule variances for this project and comment on the execution of this project.

*Berdasarkan jadual nilai yang diperolehi (Jadual S5[b]) pada hujung bulan Mei, tentukan varian-varian kos dan jadual untuk projek ini dan ulaskan pelaksanaan projek ini.*

**Table Q5[b]**  
*Jadual S5[b]*

Activity	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	June	July	Total	% Complete
A	RM2,000	RM2,000	RM3,000	RM3,000	RM3,000	RM1,000		RM14,000	80%
B		RM500	RM5,000	0	0	RM5,000		RM10,500	90%
C		RM500	0	RM1,000				RM1,500	100%
D			RM800					RM800	100%
E			RM400	RM800	RM800			RM2,000	100%
F		RM400			RM1,000			RM1,400	80%
G			RM5,000	RM200	RM2,000			RM7,200	90%
H					RM400		RM4,000	RM4,400	0%
I						RM1,000	RM2,000	RM3,000	20%
J			RM500	RM500	RM500	RM500	RM3,500	RM5,500	20%
K			RM1,000		RM1,000		RM6,000	RM8,000	30%
L					RM2,000		RM4,000	RM6,000	40%
Actual Expenditure	RM5,500	RM5,400	RM15,700	RM6,400	RM10,600	0	0		

(50 marks/markah)

-00000000-

---

UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

First Semester Examination  
Academic Session 2010/2011

November 2010

**EPE 462/3 – Industrial Machine Vision**  
***Penglihatan Mesin Industri***

Duration : 3 hours  
*Masa : 3 jam*

---

**INSTRUCTIONS TO CANDIDATE:**  
**ARAHAN KEPADA CALON:**

Please check that this paper contains **NINE (9)** printed pages and **FIVE(5)** questions before you begin the examination.

*Sila pastikan bahawa kertas soalan ini mengandungi **SEMBILAN (9)** mukasurat bercetak dan **LIMA (5)** soalan sebelum anda memulakan peperiksaan.*

Answer **ALL** questions.  
*Jawab **SEMUA** soalan.*

You may answer all questions in **English** OR **Bahasa Malaysia** OR a combination of both.  
*Calon boleh menjawab semua soalan dalam **Bahasa Malaysia** ATAU **Bahasa Inggeris** ATAU kombinasi kedua-duanya.*

Answer to each question must begin from a new page.  
*Jawapan untuk setiap soalan mestilah dimulakan pada mukasurat yang baru.*

In the event of any discrepancies, the English version shall be used.  
*Sekiranya terdapat sebarang percanggahan pada soalan peperiksaan, versi Bahasa Inggeris hendaklah diguna pakai.*

- Q1. [a] State FOUR (4) scene constraints that can be manipulated to simplify the subsequent stages in the development of a machine vision system. Give ONE (1) example of each type of scene constraint.**

*Nyatakan EMPAT (4) kekangan pemandangan yang boleh dimanipulasi untuk memudahkan peringkat-peringkat seterusnya dalam pembangunan sistem penglihatan mesin. Berikan SATU (1) contoh bagi setiap jenis kekangan pemandangan.*

**(20 marks/markah)**

- [b] Sketch diagrams to show the relative location of the light source, camera and object in each of the following types of lighting methods:**

- (i) On-axis diffuse front lighting**
- (ii) Dome diffuse front lighting**
- (iii) Light field back lighting**
- (iv) Dark field back lighting**

**Give ONE (1) example of application for each type lighting method.**

*Lakarkan gambarajah-gambarajah untuk menunjukkan lokasi relatif bagi punca cahaya, kamera dan objek dalam setiap jenis pencahayaan berikut:*

- (i) Pencahayaan hadapan teresap atas paksi*
- (ii) Pencahayaan hadapan teresap kubah*
- (iii) Pencahayaan belakang medan cerah*
- (iv) Pencahayaan belakang medan gelap*

*Berikan SATU (1) contoh aplikasi bagi setiap jenis pencahayaan.*

**(30 marks/markah)**

- [c] A  $480 \times 480$  pixels CCD camera has a sensor of dimensions  $12 \text{ mm} \times 12 \text{ mm}$ . A micro-chip of dimensions  $800 \mu\text{m} \times 800 \mu\text{m}$  is to be captured using the camera in an automated inspection system. Only a 16 mm lens is available and the lens-to-sensor distance is 24 mm.**

- (i) Determine the object-to-lens distance and the magnification.**
- (ii) What percentage of the sensor height is occupied by the image height? Is the system configured optimally to maximize the usage of the sensor area? Why?**
- (iii) In an attempt to maximize the usage of the sensor area, an engineer proposed the use of a 80 mm extension tube. Determine the new object-to-lens distance so that the image completely fills the sensor.**

Kamera CCD  $480 \times 480$  pixels mempunyai dimensi sensor  $12 \text{ mm} \times 12 \text{ mm}$ . Sebuah cip-mikro berdimensi  $800 \mu\text{m} \times 800 \mu\text{m}$  perlu dirakam menggunakan kamera tersebut dalam sistem pemeriksaan automatik. Hanya sebuah kanta 16 mm yang boleh didapati dan jarak kanta-ke-sensor ialah 24 mm.

- (i) Tentukan jarak objek-ke-kanta dan pembesaran.
- (ii) Apakah peratus tinggi sensor yang dipenuhi oleh tinggi imej? Adakah sistem disusun secara optimum untuk memaksimumkan penggunaan luas sensor? Kenapa?
- (iii) Sebagai usaha memaksimumkan penggunaan luas sensor, seorang jurutera mencadangkan penggunaan tiub pemanjangan 80 mm. Tentukan jarak baru objek-ke-kanta supaya imej yang terbentuk memenuhi keseluruhan sensor.

(50 marks/markah)

**Q2. [a] Explain the difference between contrast enhancement and histogram equalization. Illustrate with sketches of histograms showing the effect of each type of image processing operations.**

Terangkan perbezaan antara penambahbaikan kebezajelasan dan penyamarataan histogram. Ilustrasi dengan lakaran-lakaran histogram yang menunjukkan kesan setiap jenis operasi pemprosesan imej.

(20 marks/markah)

**[b] Figure Q2[b] shows the histogram of a 3-bit grayscale image of dimensions  $8 \times 10$  pixels. Using the following mapping function for histogram equalization operation, determine the new gray values and plot the histogram resulting from the application of the operation:**

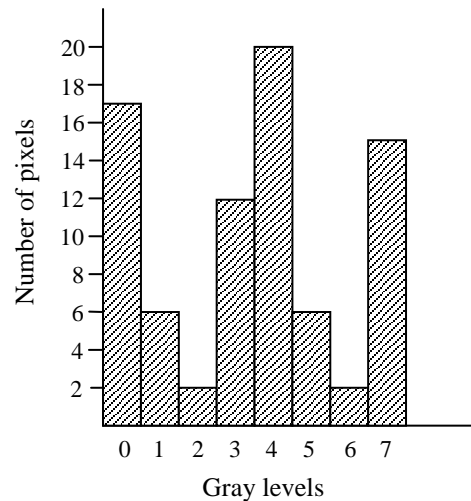
$$N(g) = \max \left\{ 0, \text{Round} \left( \frac{2^n \times c(g)}{p \times q} - 1 \right) \right\}$$

where  $n$  is the bit depth of image,  $c(g)$  is the cumulative number of pixels counted up to gray value  $g$  and  $p \times q$  is the size of image. Show your working in a table.

Rajah S2[b] menunjukkan histogram bagi imej paras kelabu bagi imej 3-bit berdimensi  $8 \times 10$  pixel. Dengan menggunakan fungsi pemetaan berikut bagi operasi penyamarataan histogram, tentukan paras kelabu baru dan plot histogram yang terhasil daripada aplikasi operasi tersebut:

$$N(g) = \max \left\{ 0, \text{Round} \left( \frac{2^n \times c(g)}{p \times q} - 1 \right) \right\}$$

di mana  $n$  ialah kedalaman bit bagi imej,  $c(g)$  ialah bilang piksel bertokok dikira sehingga nilai kelabu  $g$  dan  $p \times q$  ialah saiz imej. Tunjukkan jalan kerja anda dalam jadual.



**Figure Q2[b]**

*Rajah S2[b]*

**(40 marks/markah)**

[c] **Figure Q2[c] shows the pixel values at a particular location in an 8-bit image. Determine the value of the pixel in the output image when each of the following operations is applied to the pixel shown (circled) in the figure:**

- (i) Average filtering using a  $1 \times 5$  filter
- (ii) Average filtering using a  $5 \times 1$  filter
- (iii) Median filtering using a  $5 \times 5$  filter
- (iv) Gaussian filtering using a  $1 \times 5$  filter with  $\sigma = 2$

**What is the advantage in using a Gaussian filter compared to an average filter?**

**Given one-dimensional Gaussian function:**

$$G(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-x^2/2\sigma^2}$$



Rajah S2[c] menunjukkan nilai-nilai piksel pada lokasi tertentu dalam imej 8-bit. Tentukan nilai piksel dalam imej output apabila setiap operasi berikut dikenakan pada piksel yang ditunjukkan (dibulatkan) dalam rajah tersebut:

- (i) Penurasan purata menggunakan penuras  $1 \times 5$
- (ii) Penurasan purata menggunakan penuras  $5 \times 1$
- (iii) Penurasan median menggunakan penuras  $5 \times 5$
- (iv) Penurasan Gaussian menggunakan penuras  $1 \times 5$  dengan  $\sigma = 2$

Apakah kelebihan menggunakan penuras Gaussian berbanding dengan penuras purata?

Diberikan fungsi Gaussian satu dimensi:

$$G(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-x^2/2\sigma^2}$$

24	32	12	23	45	32	12	32
42	12	88	68	210	38	12	32
31	76	98	73	170	132	12	32
57	45	102	30	188	102	12	32
86	73	154	132	175	97	12	32
56	46	120	90	180	35	12	32

**Figure Q2[c]**  
Rajah S2[c]

(40 marks/markah)

**Q3. [a] Explain what is meant by ‘run code’. How could you determine the area of an object from the run code?**

Terangkan apa yang dimaksudkan dengan ‘kod lari’. Bagaimanakah anda menentukan luas suatu objek daripada kod lari?

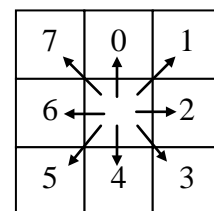
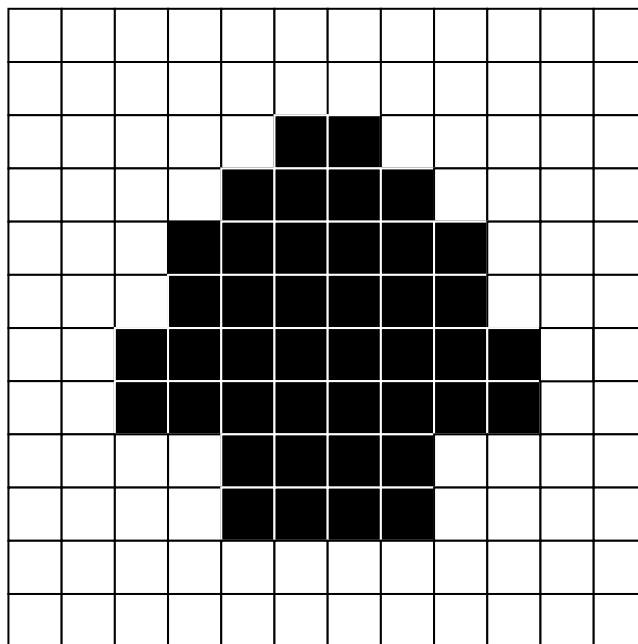
(10 marks/markah)

- [b]** Figure Q3[b] shows an object in a binary image of dimensions  $12 \times 12$  pixels. By using the definition of direction vectors given in the figure, determine the chain code for the boundary of the object. Use any point on the boundary as the starting point.

Hence, determine the area and shape factor of the object. Show your working clearly.

*Rajah S3[b] menunjukkan sebuah objek dalam imej binari berdimensi  $12 \times 12$  piksel. Dengan menggunakan takrifan vektor-vektor arah yang ditunjukkan dalam rajah tersebut, tentukan kod rantai bagi sempadan objek tersebut. Gunakan sebarang titik pada sempadan sebagai titik permulaan.*

*Seterusnya, tentukan luas dan faktor bentuk objek tersebut. Tunjukkan jalan kerja anda dengan jelas.*



(Direction  
vectors)  
Vektor-vektor arah

Figure Q3[b]  
Rajah S3[b]

(40 marks/markah)

- [c]** Explain the basic operation of the template matching process. Figure Q3[c](i) shows the image array of 2-bit image in which the letter 'T' must be recognized. Using the template provided in Figure Q3[c](ii), obtain the correlation array for the image. Hence, determine the locations of the letter in the given image.

*Terangkan operasi asas proses pepadanan pencontoh. Rajah S3[c](i) menunjukkan tatasusunan imej 2-bit di mana huruf 'T' perlu dikenali. Dengan menggunakan pencontoh yang diberikan dalam Rajah S3[c](ii), dapatkan tatasusunan korelasi bagi imej tersebut. Seterusnya, tentukan lokasi-lokasi huruf tersebut dalam imej yang diberikan.*

0	1	0	1	0
0	1	1	1	1
1	1	1	1	0
0	1	0	1	1
1	1	0	1	1

**Figure Q3[c](i)**  
Rajah S3[c](i)

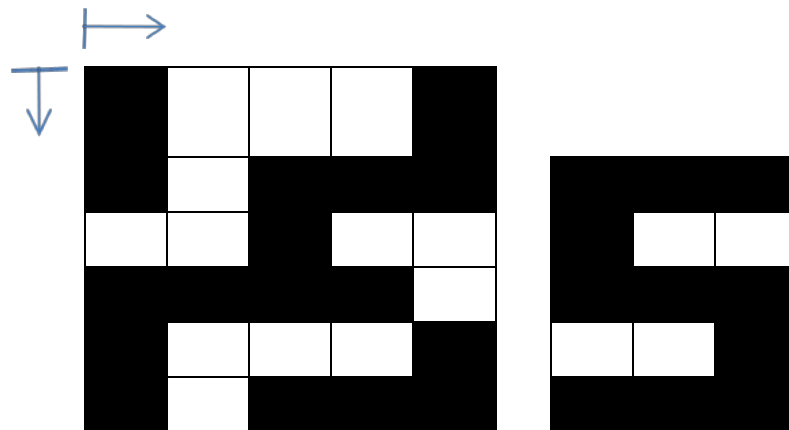
1	1	1
0	1	0
0	1	0

**Figure Q3[c](ii)**  
Rajah S3[c](ii)

(25 marks/markah)

- [d] Explain the principle of the template matching method in pattern recognition. It is required to locate the number '5' in the image shown in Figure Q3[d]. Using the template shown in the figure, determine the correlation values at the following locations: (4,2), (4,3) and (4,4). Among these three locations determine the most accurate location of the number '5' in the image. Assume that black (object) pixels corresponds to 1 while white (background) pixels correspond to 0.

Terangkan prinsip bagi kaedah pepadanan pencontoh dan pengecaman corak. Kedudukan angka '5' di dalam imej dalam Rajah S3[d] perlu ditentukan. Dengan menggunakan pencontoh dalam rajah tersebut, tentukan nilai-nilai korelasi pada lokasi-lokasi berikut: (4,2), (4,3) dan (4,4). Di antara lokasi-lokasi tersebut, tentukan lokasi yang paling tepat bagi angka '5' dalam imej. tersebut. Andaikan bahawa pixel hitam (objek) diwakilz' oleh 1 manakala pixel putih (latarbelakang) diwakili oleh 0.



**Figure Q3[d]**  
Rajah S3[d]

(25 marks/markah)

- Q4. [a] With the aid of a sketch, explain the various stages involved in capturing an image into a computer.**

*Dengan bantuan lakaran, terangkan langkah-langkah yang terlibat dalam merakaman suatu imej ke dalam komputer.*

**(30 marks/markah)**

- [b] A web camera is used to acquire a sequence of 10 frames RGB images which has 640 pixels in X direction and 480 pixels in Y direction. Each color has intensity value ranging from 0 to 15. Calculate the size in kilobytes to allocate the memory required in the computer to store the images.**

*Sebuah kamera 'web' digunakan bagi memperoleh suatu urutan 10 kerangka imej RGB yang mempunyai 640 piksel dalam arah X dan 480 piksel dalam arah Y. Setiap warna mempunyai nilai keamatan dalam julat 0 hingga 15. Kira saiz dalam kilobyte bagi menyediakan ingatan yang diperlukan di dalam komputer untuk menyimpan imej tersebut.*

**(30 marks/markah)**

- [c] Figure Q4[c] shows the MATLAB commands that are used to acquire an image from a web camera. Explain each of the commands.**

*Rajah S4[c] menunjukkan arahan-arahan Matlab yang digunakan bagi memperoleh suatu imej dari sebuah kamera 'web'. Terangkan setiap arahan tersebut.*

```

» vid = videoinput('winvideo', 1, 'RGB24_640x480');
» set(vid, 'FramesPerTrigger', 1);
» vid.TriggerFrameDelay = 10;
» start(vid)
» rgb = getdata(vid);
» figure;
» image(rgb)
» stop(vid)

```

**Figure Q4[c]**

*Rajah S4[c]*

**(40 marks/markah)**

- Q5. [a] There are two region segmentation approaches that can be used to partition an image into meaningful regions. State the approaches and explain their differences.**

*Terdapat dua pendekatan perusakan kawasan yang boleh digunakan bagi mengasingkan suatu imej kepada kawasan-kawasan bermakna. Nyatakan pendekatan tersebut dan terangkan perbezaannya.*

**(20 marks/markah)**

- Rajah S5[b](i) menunjukkan satu daripada pencontoh kecerunan Prewitt. Kenakan pencontoh tersebut ke atas imej yang mempunyai nilai-nilai piksel yang ditunjukkan dalam Rajah S5[b](ii) dan tuliskan nilai piksel imej terhasil dalam Rajah S5[b](iii) (salin rajah tersebut). Set nilai ambang untuk menentukan pinggir dan tentukan piksel-piksel yang menjadi pinggir.

-1	1	1
-1	-2	1
-1	1	1

59	60	61	62	63
58	150	150	150	62
57	150	150	150	61
56	150	150	150	60
55	56	57	58	59


**Figure Q5[b](iii)**  
*Rajah S5[b](iii)*

**(30 marks/markah)**

- Dengan bantuan lakaran, huraikan bagaimana teknik penjelmaan Hough mengesan garisan lurus dalam satu imej.

**(30 marks/markah)**

- Pengambungan adalah kaedah bagi menghasilkan kawasan seragam dalam satu imej berdasarkan kriteria ambang  $T$  menggunakan persamaan dibawah. Terdapat tiga kaedah bagi menentukan ambang  $T$ . Nyatakan dan terangkan setiap cara tersebut.*

$$g(x, y) \begin{cases} 1 & \text{if } (x, y) \geq T \\ 0 & \text{if } (x, y) < T \end{cases}$$

**(20 marks/markah)**

---

UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

First Semester Examination  
Academic Session 2010/2011

November 2010

**EPM 321/3 – Manufacturing Systems**  
***Sistem Pembuatan***

Duration : 3 hours  
*Masa : 3 jam*

---

**INSTRUCTIONS TO CANDIDATE:**  
**ARAHAN KEPADA CALON:**

Please check that this paper contains **EIGHT (8)** printed pages and **SIX (6)** questions before you begin the examination.

*Sila pastikan bahawa kertas soalan ini mengandungi **LAPAN (8)** mukasurat bercetak dan **ENAM (6)** soalan sebelum anda memulakan peperiksaan.*

Answer **ALL** questions.  
*Jawab **SEMUA** soalan.*

You may answer all questions in **English** OR **Bahasa Malaysia** OR a combination of both.  
*Calon boleh menjawab semua soalan dalam **Bahasa Malaysia** ATAU **Bahasa Inggeris** ATAU kombinasi kedua-duanya.*

Answer to each question must begin from a new page.  
*Jawapan untuk setiap soalan mestilah dimulakan pada mukasurat yang baru.*

In the event of any discrepancies, the English version shall be used.  
*Sekiranya terdapat sebarang percanggahan pada soalan peperiksaan, versi Bahasa Inggeris hendaklah diguna pakai.*

- Q1. SXX Company assembles electronic products for various original equipment manufactures (OEM) such as Sony, Sharp and Panasonic. The products that the company assembled include radio, television, washing machine and etc. The quantity of products they assemble ranging from 1000 – 5000 unit per day. The company is expanding its production capacity, therefore they are trying to find the most suitable manufacturing system to be implemented in their new factory. You have been given a task to classify the manufacturing system. How will you classify the manufacturing system from the theoretical point of views?**

*Syarikat SXX memasang produk elektronik untuk pelbagai Pengeluar Komponen Tulen (OEM) sebagai contoh Sony, Sharp dan Panasonic. Produk yang dipasang oleh syarikat tersebut termasuk radio, televisyen, mesin basuh dan sebagainya. Jumlah kuantiti produk yang dipasang adalah dari kadar 1000 – 5000 unit sehari. Syarikat tersebut sedang menambah kapasiti pengeluarannya. Oleh itu mereka sedang mencari satu sistem pembuatan yang paling sesuai untuk diaplikasikan di dalam kilang baru mereka. Kamu telah diberikan tugas untuk mengklasifikasikan sistem pembuatan. Bagaimanakah kamu akan mengklasifikasikan sistem pembuatan dari sudut pandangan teori?*

**(100 marks/markah)**

- Q2. SK Company produces components for automotive industries. The shop floor consists of various machines ranging from lathe, milling, drilling, cutting and heat treatment facilities. The machines are conventional and fully computer numerical control (CNC). Usually for conventional machines take 1200 seconds and the CNC machines take 180 seconds for tools set-up. For machining time, generally the CNC machines will require half of the time needed for conventional machines for fabricating the part. The shaft needs to be heat treated. Quenching time requires 90 seconds to be completed. The company has just won a contract from an Original Equipment Manufacturer (OEM) for assembling a component as shown in Figure Q2. Therefore, the management has decided to fabricate the axle shaft in house and the rest of the components will be bought from various suppliers. Therefore as a process engineer at the company you have given the following tasks to complete:**

*Syarikat SK menghasilkan komponen untuk industri-industri automotif. Lantai pengeluarannya mengandungi pelbagai mesin meliputi mesin pelarik, memilan, menggerudi, kemudahan keratan dan rawatan haba. Mesin-mesin ini adalah terdiri daripada jenis konvensional dan kawalan berangka terkomputer (CNC) sepenuhnya. Kebiasanya untuk mesin-mesin konvensional masa yang diambil adalah 1200 saat dan untuk mesin CNC masa yang diambil adalah 180 saat untuk penyediaan alatan. Untuk proses fabrikasi komponen secara umumnya mesin CNC akan memerlukan separuh dari masa yang diperlukan untuk pemesinan menggunakan kaedah konvensional. 1200 saat diperlukan untuk menyempurnakan proses lindap-kejut. Syarikat baru sahaja memenangi suatu kontrak dari Pengeluar Komponen Tulen (OEM) untuk memasang satu komponen seperti yang ditunjukkan di dalam Rajah S2. Lantarannya, pengurusan telah memutuskan untuk fabrikasi aci gandar sendiri dan komponen-komponen yang lain akan dibeli dari pelbagai pengeluar. Oleh itu sebagai Jurutera Pemprosesan di syarikat tersebut dan telah ditugaskan untuk menyempurnakan tugas berikut:*

- [a] From the process planning perspective what would be the procedure that needs to be considered when drafting the process planning for the component shown in Figure Q2.**

*Dari perspektif proses perancangan apa yang akan menjadi prosedur yang perlu di pertimbangan ketika proses penyusunan perancangan untuk bahagian yang ditunjukkan pada Rajah S2.*

**(20 marks/markah)**

- [b] Develop a detail process planning for fabricating the axle shaft as shown in Figure Q2.**

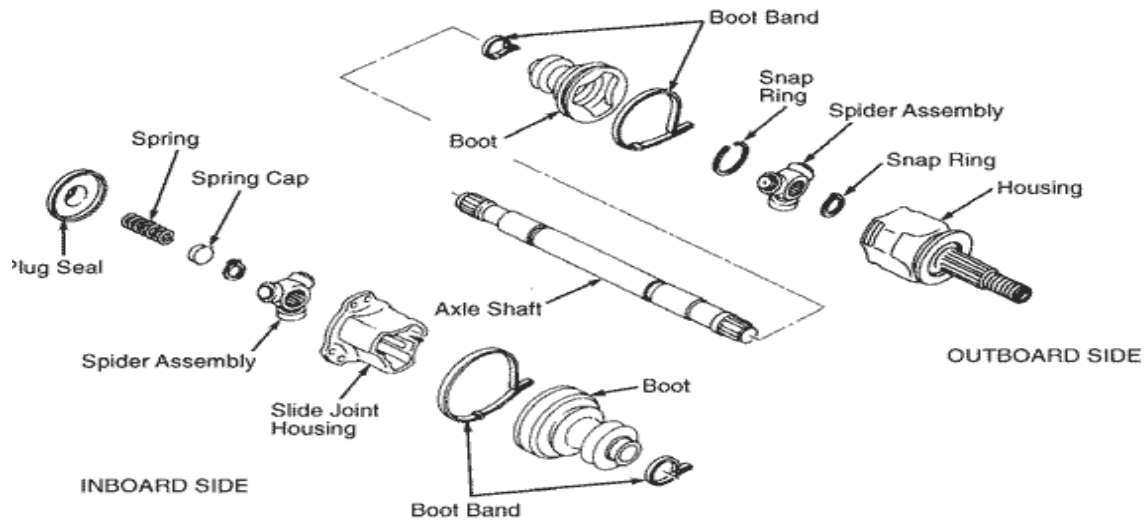
*Bangunkan proses perancangan secara terperinci untuk fabrikasi aci gandar seperti yang ditunjukkan pada Rajah S2.*

**(40 marks/markah)**

- [c] Propose a new shop floor layout for consideration. The shop floor layout should be capable of assembling outboard side and inboard side according to various demands, where the order will be in batches of 15 – 30 units per order. Generally the demands for outboard side overcome the demands of inboard side. The company needs to deliver the orders daily because the OEM practices just in time (JIT) concept. Give justifications and merits of the new shop floor layout that has been proposed.**

*Cadangkan satu susun atur lantai pengeluaran baru untuk dipertimbangkan. Susun atur lantai pengeluaran harus mampu memasang tempel sisi luar dan tempel sisi dalam sesuai dengan pelbagai pesanan, di mana tempahan akan dalam bentuk kelompok berjumlah 15 - 30 unit untuk satu tempahan. Secara umum permintaan untuk tempel sisi luar mengatasi permintaan untuk tempel sisi dalam. Syarikat harus menghantar pesanan pada tiap-tiap hari kerana OEM tersebut menggunakan konsep tepat pada masa (JIT). Berikan justifikasi dan juga manfaat dari satu susun atur lantai pengeluaran baru yang telah dicadangkan.*





**Figure Q2[c]**  
*Rajah S2[c]*

(40 marks/markah)

**Q3. [a] A Group Technology (GT) cell constitutes of four machines. The From-To data for the machines are shown in Table Q3[a].**

*Satu kelompok teknologi kumpulan(GT) merangkumi empat mesin. Data carta Dari-Ke untuk mesin ditunjukkan di dalam Jadual S3[a].*

**Table Q3[a]**  
*Jadual S3[a]*

From:	To:			
	1	2	3	4
1	0	10	0	40
2	0	0	0	0
3	50	0	0	20
4	0	50	0	0

- (i) **Determine the most logical sequence of machines for this data, according to Hollier Method 1, and construct the flow diagram for the data, showing where and how many parts enter and exit the system.**

*Tentukan aturan mesin yang paling logikal dari data ini, menurut kepada Kaedah 1 Hollier, dan bina carta alir untuk data tersebut, dengan menunjukkan ke mana dan berapa jumlah komponen yang masuk dan keluar daripada sistem.*

(20 marks/markah)

**(ii) Repeat step (i) using Hollier Method 2.**

*Ulang langkah (i) dengan menggunakan Kaedah 2 Hollier.*

**(20 marks/markah)**

**(iii) Compute the percentage of in-sequence moves and the percentage of backtracking moves in the solution for the two methods. Which method is better according to these measures?**

*Congak peratusan pergerakan jujukan-dalam dan peratusan jejak kebelakang untuk kedua-dua kaedah penyelesaian. Kaedah yang mana satukah yang terbaik menurut ukuran-ukuran tersebut.*

**(20 marks/markah)**

**[b] Apply the rank order clustering technique to the part-machine matrix shown in Table Q3[b] to identify logical part families and machine groups. Parts are identified by letters, and machines are identified numerically.**

*Menggunakan kaedah Rangkaian-Susunan-Kedudukan kepada matrik komponen-mesin yang ditunjukkan dalam Jadual S3[b] untuk menentukan kelompok komponen dan kumpulan mesin logikal. Komponen dikenal pasti dengan abjad, dan mesin dikenal pasti dengan nombor.*

Machines	Parts								
	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1			1	1	1				
2	1	1					1	1	1
3						1	1	1	
4	1	1		1					
5			1		1				
6		1						1	1
7	1		1	1					
8		1				1		1	1

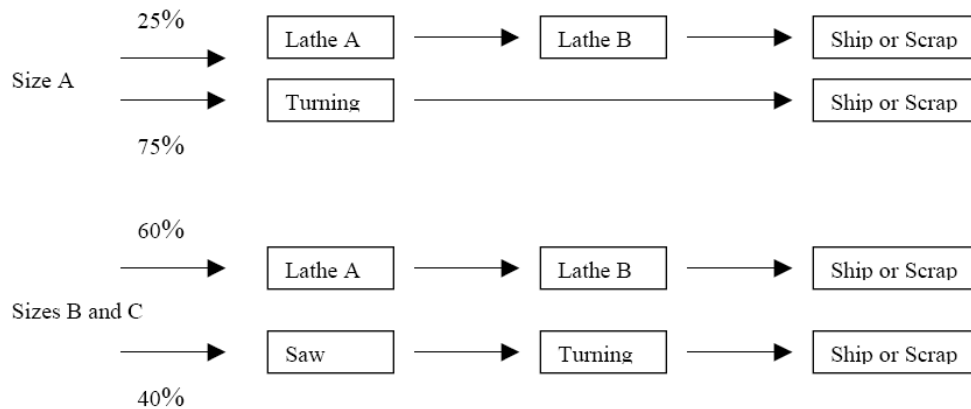
**Table Q3[b]**

*Jadual S3[b]*

**(40 marks/markah)**

- Q4.** An automotive industry supplier manufactures three types of couplings. The couplings are produced in three different sizes, here referred to as sizes A, B, and C. The supplier has a total of four machines: one saw, two lathes and one milling machine. The process flow is shown in Figure Q4[a]. The information related to product and machine performance are shown in Table Q4(i) and Q4(ii) The company is running 16 hrs per day for 250 days per year. Based on the information given, justify whether with the available machines the company is able to cope with the customer annual demands.

Pembekal industri automotif mengeluarkan tiga jenis "coupling". "Coupling" dikeluarkan dalam tiga saiz berbeza, di sini dirujuk sebagai saiz A, B, dan C. Pembekal tersebut mempunyai empat mesin: satu pemotong, dua mesin larik dan satu mesin pemilan. Satu ringkasan aliran proses ini ditunjukkan dalam Rajah S4[a]. Maklumat berkaitan dengan produk dan prestasi mesin ditunjukkan dalam Jadual S4(i) dan S4(ii). Syarikat beroperasi 16 jam setiap hari untuk 250 hari setiap tahun. Berdasarkan maklumat diberi, justifikasikan sama ada dengan mesin-mesin tersebut syarikat mampu memenuhi permintaan tahunan pelanggan.



**Figure Q4[b] (Redraw this figure changing turning to milling)**

*Rajah S4[b]*

**Table Q4(i)**

*Jadual S4(i)*

Size	Annual demand	Batch size	Cycle time			
			Lathe A	Lathe B	Milling	Saw
A	25,000	500	5.0 min	2.0 min	4.0 min	-
B	40,000	500	4.0 min	4.0 min	5.0 min	6.0 min
C	50,000	500	4.0 min	3.0 min	4.0 min	6.0 min

**Table Q4(ii)**

*Jadual S4(ii)*

	Lathe A	Lathe B	Milling	Saw
Setup time per batch	1.0 min	1.0 min	1.0 min	1.0 min
Defect rate	0.003	0.003	0.005	0.01
MTBF	150 hrs	130 hrs	150 hrs	89 hrs
MTTR	2.5 hrs	2.5 hrs	2.5 hrs	1.5 hrs
Scheduled maintenance per every 8 hrs	30 min	30 min	30 min	30 min

**(100 marks/markah)**

- Q5. [a]** A firm is planning to set up an assembly line to assemble 40 units of components per hour, and 57 minutes per hour are productive. The time to perform each task and the precedence relationships between each task are shown in Table Q5[a]. Balance this line using the largest candidate rule and calculate its efficiency

*Sebuah syarikat merancang untuk menubuhkan satu talian pemasangan untuk memasang 40 unit komponen setiap jam, dan 57 minit dalam satu jam adalah produktif. Masa perlaksanaan tugas dan hubungan pendahuluan pemprosesan antara tugas-tugas terdapat di Jadual S5[a]. Imbangkan talian pemasangan tersebut dengan menggunakan teknik masa pemprosesan yang terpanjang dan kirakan kecekapan talian yang diperolehi?*

**Table Q5[a]**  
*Jadual S5[a]*

Task	Time to perform (min.)	Preceding Task
A	.69	--
B	.55	A
C	.92	B
D	.59	B
E	.70	B
F	1.10	B
G	.75	C, D, E
H	.43	G, F
I	.29	H

**(50 marks/markah)**

- [b]** Provide the benefits of running assembly in mixed model mode. Describe production situations whereby mixed model assembly might NOT be suitable.

*Berikan faedah-faedah menjalankan pemasangan dalam mod model bercampuran. Huraikan situasi-situasi pengeluaran di mana pemasangan model bercampur mungkin tidak sesuai.*

**(50 marks/markah)**

- Q6.** There is one SMT line consist of three different stations. The stations are respectively named as S1, S2 and S3. The SMT line is considered an automated assembly system to produce component ready printed circuit board. Synchronous transfer system is in place. The other details of SMT line are given in the Table Q6. Analyse the line efficiency and the cost per good assembly.

*Terdapat satu talian SMT terdiri daripada tiga stesen yang berlainan. Stesen-stesen berkenaan masing-masing dinamakan sebagai S1, S2 dan S3. Talian SMT dianggap sebagai sistem pemasangan berautomatik untuk mengeluarkan papan litar tercetak dengan komponen. Sistem pemindahan serentak digunakan. Butiran yang lain mengenai talian SMT ini adalah terdapat pada Jadual S6. Analisakan kecekapan talian dan kos sebuah pemasangan baik.*

	S1	S2	S3
Defect rate	0.002	0.003	0.004
Probability of jamming by defect part	0.5	0.5	1.0
Material cost (RM)	15.00	15.00	15.00
Cycle time, per pc	50 sec	43 sec	45 sec
Material traveling time	5 sec	10 sec	20 sec
Setup time per batch	30 min	30 min	30 min
Standard batch size	200	200	200
MTTR	70 min	70 min	70 min
Operating cost (RM per sec)	0.1	0.1	0.1

**Table Q6**  
*Jadual S6*

(100 marks/markah)

-oooOOooo-

---

UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

First Semester Examination  
Academic Session 2010/2011

November 2010

**EPM 451/3 – Computer Integrated Manufacturing**  
***Pembuatan Tersepadu Komputer***

Duration : 3 hours  
*Masa : 3 jam*

---

**INSTRUCTIONS TO CANDIDATE:**  
**ARAHAN KEPADA CALON:**

Please check that this paper contains **FOUR (4)** printed pages and **FIVE (5)** questions before you begin the examination.

*Sila pastikan bahawa kertas soalan ini mengandungi **EMPAT (4)** mukasurat bercetak dan **LIMA (5)** soalan sebelum anda memulakan peperiksaan.*

Answer **ALL** questions.  
*Jawab **SEMUA** soalan.*

You may answer all questions in **English** OR **Bahasa Malaysia** OR a combination of both.  
*Calon boleh menjawab semua soalan dalam **Bahasa Malaysia** ATAU **Bahasa Inggeris** ATAU kombinasi kedua-duanya.*

Answer to each question must begin from a new page.  
*Jawapan untuk setiap soalan mestilah dimulakan pada mukasurat yang baru.*

In the event of any discrepancies, the English version shall be used.  
*Sekiranya terdapat sebarang percanggahan pada soalan peperiksaan, versi Bahasa Inggeris hendaklah diguna pakai.*

- Q1. Implementation of computer-integrated manufacturing system needs a precise planning and a large sum of investment. In addition to that many fundamental problems exist during the development and implementation process for example; lack of integration, islands of automation, sub-optimization of resources, inability to migrate to future technology and also the standard used for factory communication. Based on the statement given answer the following questions;**

*Implementasi Pembuatan Tersepadu Komputer (CIM) memerlukan perancangan yang tepat dan juga pelaburan yang besar. Di samping itu pelbagai masalah asas timbul semasa pembangunan dan proses implementasi sebagai contoh; kekurangan integrasi, pulau-pulau automasi, sumber yang separuh-optima, tidak dapat beranjak ke teknologi masa hadapan dan juga piawai yang digunakan untuk komunikasi kilang. Berdasarkan kenyataan yang diberikan jawab soalan-soalan berikut;*

- [a] What are the THREE (3) major challenges in developing a smoothly operated computer-integrated system?**

*Apakah TIGA (3) cabaran utama untuk membangunkan Pembuatan Tersepadu Komputer (CIM) yang berjalan dengan licin?*

**(30 marks/markah)**

- [b] Why do companies still implement the CIM concept even though it is filled with the fundamental problems?**

*Kenapakah syarikat masih mengimplementasikan konsep CIM walaupun ianya dipenuhi dengan pelbagai masalah asas?*

**(70 marks/markah)**

- Q2. SK Company has secured RM20 millions worth of investment to set-up a factory of the future. Therefore the company has decided to integrate all various departments and suppliers. In order to achieve the integration, network and data communication need to be established. As a consultant you need to identify and elaborate on the critical issues that need to be achieved for the success of the integration by adopting the network and data communication concept. You can elaborate your justified critical issues from conceptual and technological point of views.**

*Syarikat SK telah mendapat pelaburan RM20 juta untuk membangunkan kilang berdasarkan konsep kilang di masa hadapan. Oleh kerana itu syarikat telah memutuskan untuk mengintegrasikan kesemua jabatan dan pembekal. Dalam rangka mencapai integrasi, rangkaian dan komunikasi data perlu dibentuk. Sebagai perunding anda perlu mengenal pasti dan menghuraikan isu-isu penting yang perlu dicapai untuk kejayaan integrasi dengan menggunakan konsep rangkaian dan komunikasi data. Anda boleh menjelaskan isu-isu penting dari sudut pandangan konsep dan teknologi.*

**(100 marks/markah)**

- Q3. [a] What would be the most apparent impediment that small and medium enterprise (SME) will face if they intend to implement CIM. How can they avoid these impediments to have a successful CIM implementation?**

*Apa yang akan menjadi penghalang yang paling jelas yang akan dihadapi oleh industri kecil dan sederhana (IKS) jika mereka mempunyai perancangan mengimplementasikan CIM. Bagaimana mereka boleh mengelakkan halangan tersebut untuk berjaya mengimplementasi CIM?*

**(50 marks/markah)**

- [b] There are various categories that CIM can fall into. From your understanding if a small and medium enterprise (SME) has the intention of implementing CIM, which category that would be suitable for them? You need to give justification on the selection of your category.**

*Ada pelbagai kategori yang boleh CIM dikelaskan. Dari pemahaman anda jika industri kecil dan sederhana (IKS) mempunyai hasrat untuk melaksanakan CIM, kategori yang manakah akan sesuai untuk mereka? Anda harus memberikan justifikasi pada pemilihan kategori anda.*

**(50 marks/markah)**

- Q4. A manufacturing company is having a space constraint and the engineers have proposed to improve the material handling and storage system.**

*Satu kilang pembuatan mempunyai masalah kawasan yang terhad dan para jurutera telah mencadangkan untuk menaik taraf sistem kendalian dan penyimpanan bahan.*

- [a] There are two types of system i.e. manual and automated. Please provide FIVE (5) reasonings why both systems are required for a manufacturing company.**

*Terdapat dua kategori sistem iaitu insani dan automatik. Tolong kemukakan LIMA (5) alasan mengapa kedua-dua sistem diperlukan untuk sesuatu syarikat pembuatan.*

**(50 marks/markah)**

- [b] Review FIVE (5) important principles in the design and operation of the material handling and storage system for the manufacturing company.**

*Buat LIMA (5) penilaian ke atas prinsip yang penting dalam rekabentuk dan operasi sistem kendalian dan penyimpanan bahan syarikat pembuatan tersebut.*

**(50 marks/markah)**



- Q5. [a] Give FIVE (5) justifications on how a manufacturing system can be regarded as a flexible manufacturing system (FMS).**

*Berikan LIMA (5) justifikasi bagaimana satu sistem pembuatan boleh dianggap sebagai sistem pembuatan anjal (FMS).*

**(50 marks/markah)**

- [b] As a manufacturing consultant, what are the FIVE (5) measures needed to be considered to ensure the effectiveness and the efficiency of an FMS operation.**

*Sebagai perunding pembuatan, apakah LIMA (5) keperluan yang perlu dilaksanakan untuk memastikan keberkesanan dan kecekapan operasi FMS.*

**(50 marks/markah)**

---

UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

First Semester Examination  
Academic Session 2010/2011

November 2010

**EPP 201/3 – Manufacturing Technology I**  
***Teknologi Pembuatan I***

Duration : 3 hours  
*Masa : 3 jam*

---

**INSTRUCTIONS TO CANDIDATE:**  
**ARAHAN KEPADA CALON:**

Please check that this paper contains **NINE (9)** printed pages and **SIX (6)** questions before you begin the examination.

*Sila pastikan bahawa kertas soalan ini mengandungi **SEMBILAN (9)** mukasurat bercetak dan **ENAM (6)** soalan sebelum anda memulakan peperiksaan.*

Answer **FIVE (5)** questions.

*Jawab **LIMA (5)** soalan.*

You may answer all questions in **English** OR **Bahasa Malaysia** OR a combination of both.

*Calon boleh menjawab semua soalan dalam **Bahasa Malaysia** ATAU **Bahasa Inggeris** ATAU kombinasi kedua-duanya.*

Answer to each question must begin from a new page.

*Jawapan untuk setiap soalan mestilah dimulakan pada mukasurat yang baru.*

In the event of any discrepancies, the English version shall be used.

*Sekiranya terdapat sebarang percanggahan pada soalan peperiksaan, versi Bahasa Inggeris hendaklah diguna pakai.*

- Q1. [a] Using sketches, illustrate THREE types of crystal defect in metallic materials. Explain how crystal defects influence the strength of metallic materials.**

*Menggunakan lakaran, ilustrasikan TIGA jenis kecacatan hablur dalam bahan logam. Terangkan bagaimana kecacatan hablur mempengaruhi kekuatan bahan logam.*

**(30 marks/markah)**

- [b] Using appropriate examples, highlight the differences between recovery, recrystallization and grain growth during annealing process of metal.**

*Menggunakan contoh-contoh yang sesuai, tonjolkan perbezaan di antara pemulihan, penghabluran dan pertumbuhan ira semasa proses penyepuhlindapan logam.*

**(40 marks/markah)**

- [c] A 200 mm long strip of metal is stretched in two steps, first to 300 mm and then to 400 mm. Prove that the total true strain is the sum of the true strains in each step. In other words, the total true strains are summation from both steps. Also prove that, in the case of engineering strains, the strains cannot be added to obtain the total strain experience by the metal strip.**

*Sebatang logam 200 mm panjang ditarik dalam dua peringkat pemanjangan, pertamanya sehingga 300 mm dan kemudiannya ke 400 mm. Buktikan bahawa jumlah terikan sebenar adalah penambahan nilai terikan sebenar dalam setiap peringkat pemanjangan. Dengan kata lain, jumlah terikan sebenar adalah penokokan kedua-dua peringkat. Buktikan juga, untuk terikan kejuruteraan, terikan tidak boleh ditokok untuk mendapatkan jumlah keseluruhan terikan yang dialami oleh logam tersebut.*

**(30 marks/markah)**

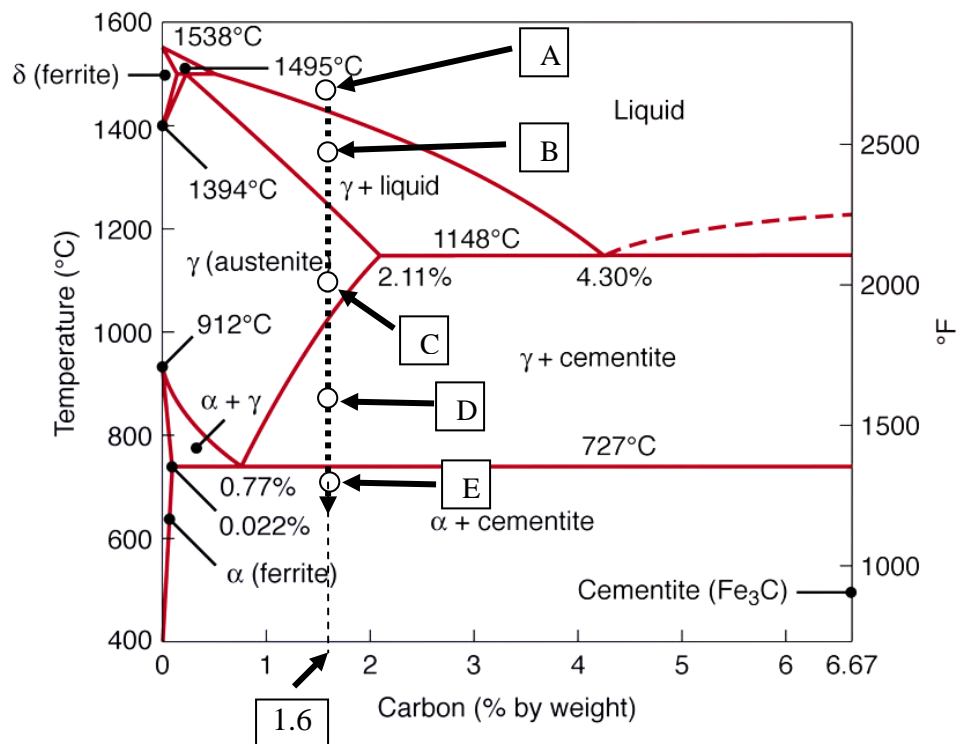
- Q2. [a] In general, carbon steel is classified into low carbon-steel, medium carbon steel and high carbon steel. Give the carbon content specification to differentiate the carbon steel. Explain why carbon content is very important for carbon steel.**

*Secara umum, keluli karbon dikelaskan kepada keluli rendah karbon, keluli sederhana karbon dan keluli tinggi karbon. Berikan spesifikasi kandungan karbon untuk membezakan keluli karbon. Terangkan kenapa kandungan karbon amat penting untuk keluli karbon.*

**(30 marks/markah)**

- [b] **Figure Q2[b] shows the phase diagram for Fe-C (Iron-Carbon). The dotted line shows a cooling path of a volume of Fe-C steel passing through points A, B, C, D and E. From the cooling path given, estimate the phase fraction and carbon content of each phase at each specified point.**

*Rajah S2[b] menunjukkan gambarajah fasa bagi Fe-C (Iron-Carbon). Garisan putus-putus menunjukkan laluan penyejukan untuk satu isipadu keluli Fe-C yang melalui titik A, B, C, D dan E. Daripada laluan penyejukan yang diberikan, anggarkan pecahan fasa dan kandungan karbon untuk setiap titik yang dinyatakan.*



**Figure Q2[b]**  
*Rajah S2[b]*

**(40 marks/markah)**

- [c] **Professional cooks generally prefer carbon-steel to stainless-steel knives, even though the latter are more popular with consumers. Provide justification for the phenomenon.**

*Tukang masak profesional umumnya memilih pisau daripada keluli karbon dan bukannya keluli tahan karat, walaupun keluli tahan karat lebih popular di kalangan pengguna biasa. Berikan justifikasi fenomena ini.*

**(30 marks/markah)**

- Q3. [a] Explain the effects of mold materials on fluid flow and heat transfer in casting operations.**

*Terangkan kesan bahan acuan terhadap pengaliran bendalir dan pemindahan haba dalam proses penuangan.*

**(30 marks/markah)**

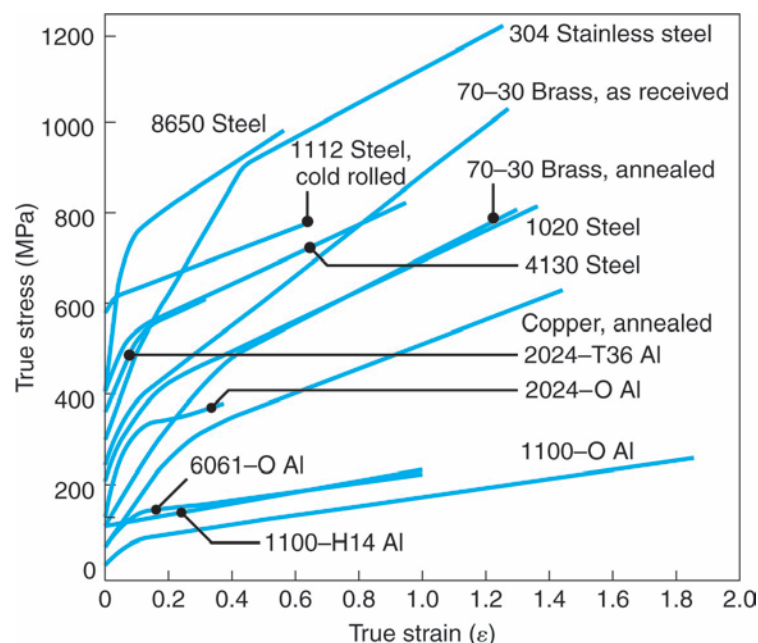
- [b] A 100 mm thick square plate and a right circular cylinder with a radius of 100 mm and a height of 25 mm have the same volume. If each is to be cast with the use of a cylindrical riser, will each part require the same size riser to ensure proper feeding? Give your justification.**

*Satu plat segiempat sama berketebalan 100 mm dan satu silinder dengan jejari 100 mm dan tinggi 25 mm mempunyai isipadu yang sama. Jika setiap satunya dituang menggunakan 'riser' berbentuk silinder, adakah setiap objek memerlukan 'riser' yang sama saiz untuk memastikan suapan yang sempurna. Berikan justifikasi anda.*

**(40 marks/markah)**

- [c] Estimate the roll force,  $F$ , and the torque for an AISI 1020 carbon-steel strip that is 200 mm wide, 10 mm thick, and rolled to a thickness of 7 mm. The roll radius is 200 mm, and it rotates at 200 rpm. Given  $K = 530$  MPa and  $n = 0.26$  for the steel. Refer to Figure Q3[c] for the true stress-true strain relationship for the steel.**

*Anggarkan daya giling,  $F$ , dan kilasan untuk sekeping keluli karbon AISI 1020 yang lebarnya 200 mm, tebal 10 mm dan digiling sehingga ketebalan 7 mm. Jejari penggiling adalah 200 mm dan berputar pada 200 psm. Diberi  $K = 530$  MPa dan  $n = 0.26$  untuk keluli tersebut. Rujuk Rajah S3[c] untuk hubungan tekanan dan terikan sebenar untuk keluli tersebut.*



**Figure Q3[c]**  
*Rajah S3[c]*

**(30 marks/markah)**

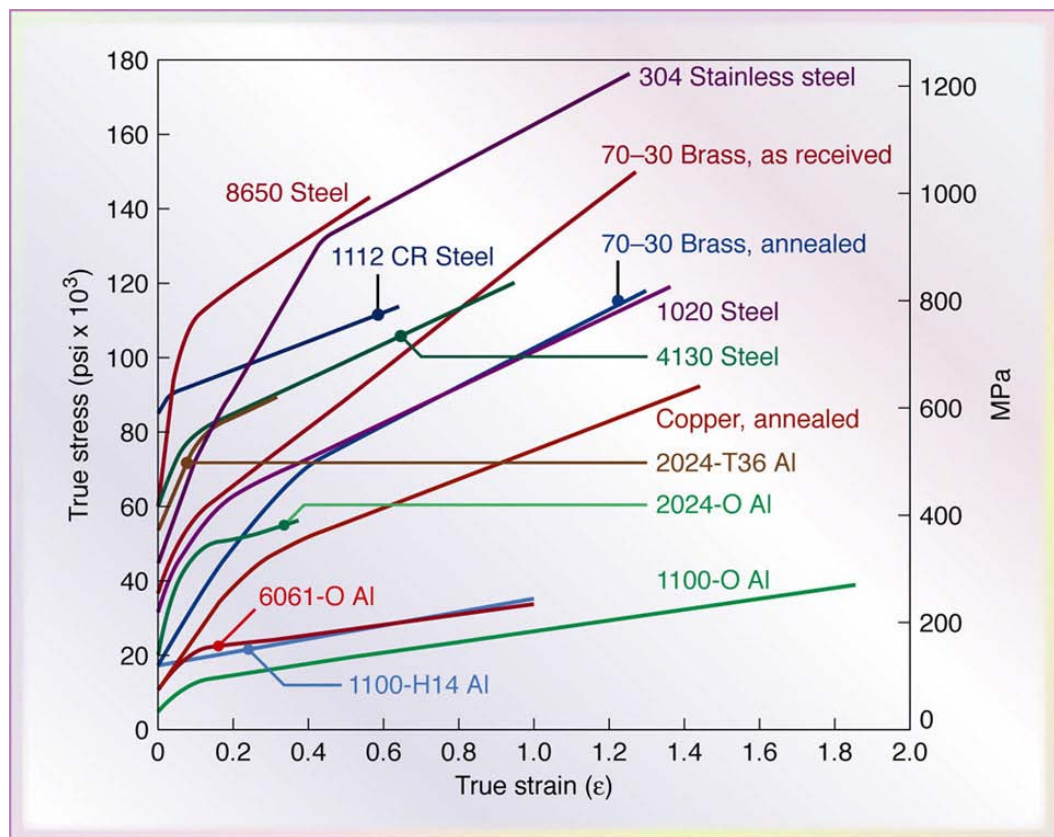
- Q4. [a] Explain the factors involved in precision forging and describe the difficulties encountered in defining the term “forgeability”.**

*Jelaskan faktor-faktor yang terlibat dalam kepersisan tempa dan jelaskan kesulitan-kesulitan yang dihadapi dalam mendefinisikan terma "kebolehtempaan".*

**(30 marks/markah)**

- [b] Calculate the forging force at the initial yielding and at the end of the stroke for a solid cylindrical workpiece made of 1020 steel. The workpiece dimension is 90 mm high and 150 mm diameter and it is to be reduced in height by 25%. The coefficient of friction is 0.15. Assuming that the workpiece is annealed, yield strength is given as 294 MPa, and true strain,  $\epsilon$  is 0.36. Refer to Figure Q4[b] for suitable variables.**

*Kirakan daya tempaan dihasilkan pada awal alahan dan pada akhir lejangkan untuk bahankerja silinder keluli padat 1020. Bahan kerja tersebut mempunyai ketinggian 90 mm dan bergaris pusat 150 mm dan akan dikurangkan ketinggiannya sebanyak 25%. Koefisien geseran adalah 0.15. Andaikan bahawa bahan ini disepuh lindap, kekuatan alahan adalah 294 MPa, dan terikan sebenar,  $\epsilon$  adalah 0.36. Rujuk Rajah S4[b] untuk pembolehubah yang sesuai.*



**Figure Q4[b]**  
*Rajah S4[b]*

**(40 marks/markah)**

- [c] **How to avoid center-cracking defects in an extrusion process? Explain why the chosen methods would be effective.**

*Bagaimanakah cara-cara untuk mengelakkan kecacatan pusat-retak dalam proses penyemperitan? Jelaskan bagaimana cara yang dipilih itu akan berkesan.*

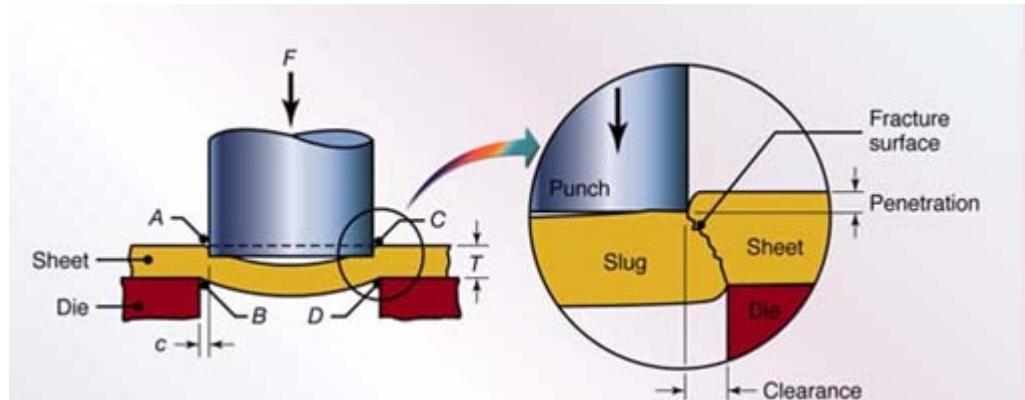
**(30 marks/markah)**

- Q5. [a] Based on Figure Q5[a], what is the process involved? Discuss the process in detail.**

**In the discussion, use your own sketches to explain these terms; the existence of fracture surface, clearance between the punch and die, burnish and breakout dimensions, rollover, burnishing, penetration, fracture depth and angle, burring height and dishing.**

*Berdasarkan Rajah S5[a], apakah proses yang terlibat? Bincangkan proses secara terperinci.*

*Dalam perbincangan tersebut, gunakan lakaran anda untuk menjelaskan terma-terma berikut; kehadiran permukaan pecah, kelegaan antara penebuk dan acuan, gilap dan dimensi yang terpecah keluar, pengelekan lebih, kilatan, penusukan, kedalaman patah dan sudut patah, ketinggian gerigis dan 'dishing'.*

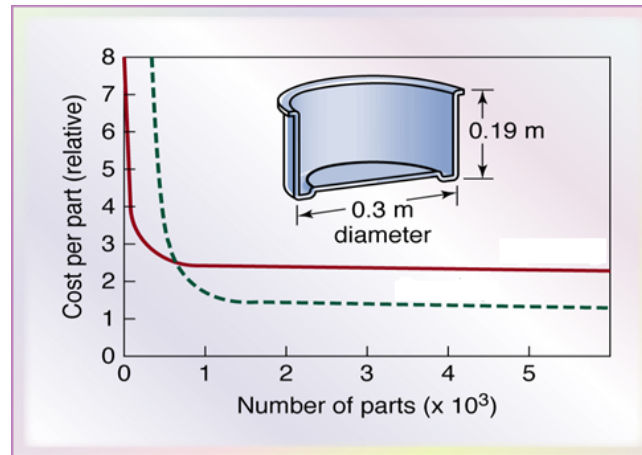


**Figure Q5[a]**  
*Rajah S5[a]*

**(50 marks/markah)**

- [b] **Identify the spinning and drawing curves from Figure Q5[b] and explain the relationship between the economics of sheet forming operations based on the curves.**

*Tentukan lengkungan pemejaman dan penarikan dari Rajah S5[b] dan jelaskan hubungan di antara operasi pembentukan kepingan berdasarkan lengkungan tersebut dari aspek ekonomi.*

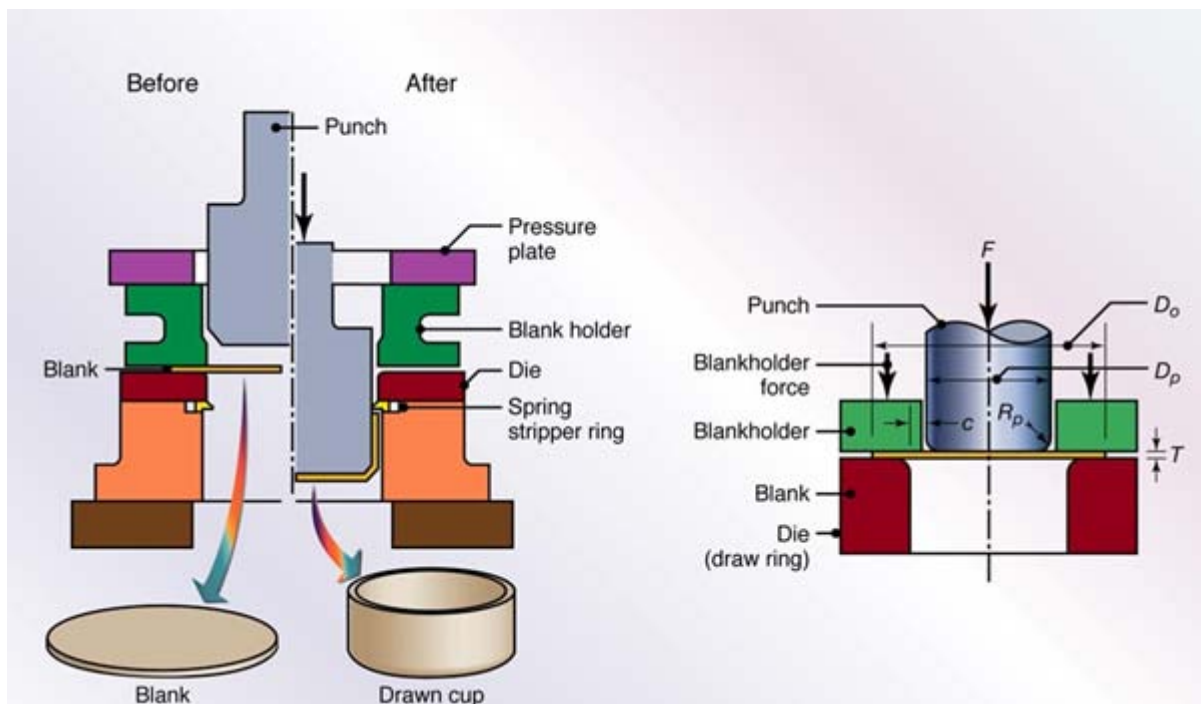


**Figure Q5[b]**  
Rajah S5[b]

(20 marks/markah)

- [c] State the equation of maximum force applied for deep drawing and identify the factors that influence the deep-drawing force,  $F$ , in Figure Q5[c] with detail explanation.

*Nyatakan persamaan untuk daya maksima yang digunakan untuk penarikan dalam dan kenalpasti faktor-faktor yang mempengaruhi daya penarikan dalaman,  $F$ , pada Rajah S5[c] dengan penjelasan terperinci.*



**Figure Q5[c]**  
Rajah S5[c]

(30 marks/markah)

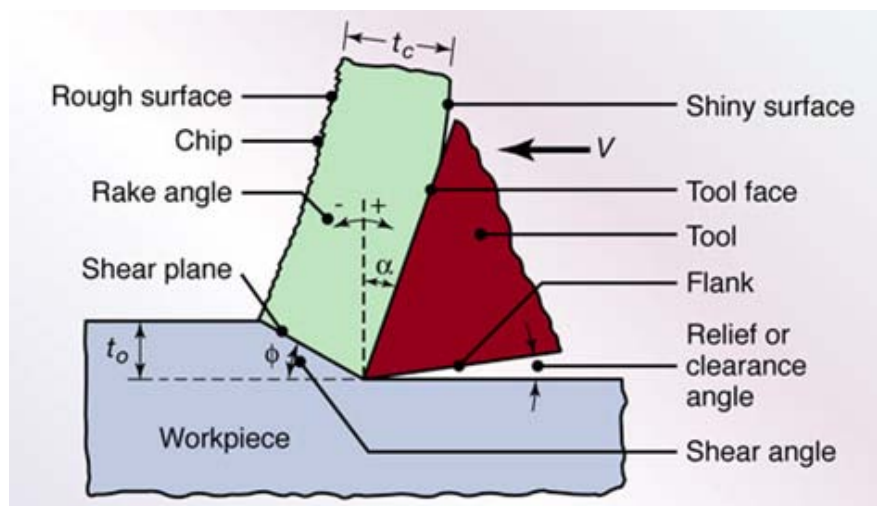


**Q6. [a] List out types of chips produced in orthogonal metal cutting.**

*Senaraikan jenis-jenis cip dihasilkan dalam pemotongan ortogonal logam.*  
(20 marks/markah)

**[b] In mechanics of cutting there are dependent and independent variables as illustrated in Figure Q6[b]. List out the factors that influencing the two dimensional cutting operations.**

*Dalam mekanisma pemotongan terdapat pembolehubah bersandar dan pembolehubah bebas seperti yang diilustrasikan pada Rajah S6[b]. Senaraikan faktor-faktor yang mempengaruhi mekanisma pemotongan dua dimensi ini.*

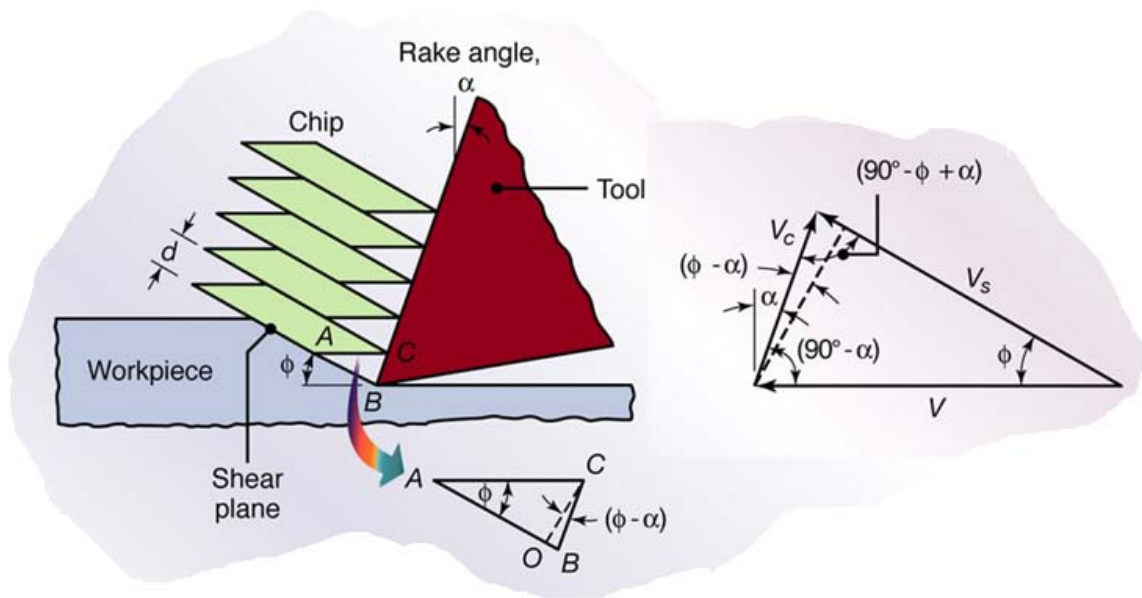


**Figure Q6[b]**  
*Rajah S6[b]*

(40 marks/markah)

**[c] Derive the expression of the orthogonal cutting ratio,  $r$ , using trigonometric relationships. Express  $r$  in terms of two angles  $\alpha$  and  $\phi$  only as shown in Figure Q6[c].**

*Terbitkan ungkapan untuk nisbah pemotongan ortogon,  $r$ , menggunakan kaedah perhubungan trigonometri. Ungkapkan  $r$  dalam terma sudut  $\alpha$  dan  $\phi$  seperti ditunjukkan dalam Rajah S6[c].*



**Figure Q6[c]**  
*Rajah S6[c]*

(40 marks/markah)

-oooOOooo-

---

UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

First Semester Examination  
Academic Session 2010/2011

November 2010

**EPP 322/3 – Advanced Manufacturing Process**  
***Proses Pembuatan Termaju***

Duration : 3 hours  
*Masa : 3 jam*

---

**INSTRUCTIONS TO CANDIDATE:**  
**ARAHAN KEPADA CALON:**

Please check that this paper contains **SEVEN (7)** printed pages and **SIX (6)** questions before you begin the examination.

*Sila pastikan bahawa kertas soalan ini mengandungi **TUJUH (7)** mukasurat bercetak dan **ENAM (6)** soalan sebelum anda memulakan peperiksaan.*

Answer **FIVE (5)** questions.  
*Jawab **LIMA (5)** soalan.*

You may answer all questions in **English** OR **Bahasa Malaysia** OR a combination of both.  
*Calon boleh menjawab semua soalan dalam **Bahasa Malaysia** ATAU **Bahasa Inggeris** ATAU kombinasi kedua-duanya.*

Answer to each question must begin from a new page.  
*Jawapan untuk setiap soalan mestilah dimulakan pada mukasurat yang baru.*

In the event of any discrepancy in examination question, the English version shall be used.  
*Sekiranya terdapat sebarang percanggahan pada soalan peperiksaan, versi Bahasa Inggeris hendaklah diguna pakai.*

- Q1. [a] Construct your own free hand sketching of a straight-butted joint configuration of friction stir welding. Describe the parts, sides and zones existed on the tool, workpieces and weldment.**

*Bina lakaran bebas sambungan temu lurus yang dihasilkan secara kimpalan aduk geseran. Terangkan bahagian, sisi dan zon yang wujud pada alatan, bahan kerja dan hasil kimpal.*

**(15 marks/markah)**

- [b] Mathematical approximations for the total heat generated by the tool shoulder  $Q_{total}$  have been developed using both sliding and sticking friction models:**

*Penghampiran matematik bagi jumlah haba yang dijanakan oleh bahu alatan  $Q_{jumlah}$  ( $Q_{total}$ ) telah dibina menggunakan kedua-dua model geseran gelangsar dan lekatan:*

$$Q_{total} = \frac{2}{3} \pi P \mu \omega (R_{shoulder}^3 - R_{pin}^3) \text{ (Sliding)}$$

$$Q_{total} = \frac{2}{3} \pi \tau \omega (R_{shoulder}^3 - R_{pin}^3) \text{ (Sticking)}$$

**Where:** **P** is interfacial pressure  
 **$\tau$**  is interfacial shear strength  
 **$\mu$**  is friction coefficient  
 **$\omega$**  is the angular velocity of the tool  
 **$R_{shoulder}$**  is the radius of the tool shoulder and  **$R_{pin}$**  that of the pin

**Accompanied by your own free hand sketching, evaluate the difference in amount of heat generated between the sliding and sticking conditions.**

*dimana: tekanan antara muka  
 kekuatan ricih antara muka  
 pekali geseran  
 halaju sudut alatan  
 jejari bahu alatan  
 jejari pin.*

*Dengan menggunakan lakaran bebas, nilaikan perbezaan jumlah haba yang terhasil antara keadaan gelangsaran dan lekatan.*

**(55 marks/markah)**

- [c] **Differentiate the mechanism of weldment formation of friction stir welding to the electric arc welding.**

*Bezakan mekanisme pembentukan hasil kimpal dalam kimpalan aduk geseran berbanding kimpalan arka elektrik.*

**(30 marks/markah)**

- Q2. [a] Single screw plasticating extruder is commonly used in extrusion and injection molding processes. Using your own free hand sketches, clearly distinguish the difference in parts' characteristics and their functions during each process execution.**

*Penyemperit plastik skru tunggal lazimnya digunakan untuk proses penyemperitan dan suntikan acuan. Gunakan lakaran bebas, dengan jelas kenalpasti perbezaan ciri-ciri bahagian dan fungsi mereka ketika setiap perlaksanaan proses.*

**(40 marks/markah)**

- [b] Propose a design of a home made Vacuum Forming Machine. Using your own free hand sketches, show the assembly of the functional parts and explain how it works.**

*Cadangkan satu rekabentuk Mesin Pembentukan Vakum buatan sendiri. Gunakan lakaran bebas, tunjukkan pemasangan bahagian yang berfungsi dan terangkan bagaimana ia beroperasi.*

**(60 marks/markah)**

- Q3. [a] A cylindrical two-liter plastic beverage bottle which is approximately 230 mm long and 110 mm in diameter, with wall thickness of 0.38 mm is made from a parison with diameter that is the same as that of the threaded neck of the bottle, which is about 28 mm. Assuming uniform deformation during blow molding, calculate the wall thickness of the tubular portion of the parison.**

*Satu botol silinder minuman plastik dua liter dengan anggaran 230 mm panjang dan 110 mm diameter, dengan tebal dinding 0.38 mm dihasilkan daripada satu parison dengan diameter sama dengan leher ulir botol, iaitu lebih kurang 28 mm. Mengandaikan ubahbentuk seragam semasa pengacuanan tiup, kirakan tebal dinding bagi bahagian parison tersebut.*

**(40 marks/markah)**

- [b] A gear is to be manufactured from iron powder. It is desired that it has a final density 90% that of cast iron, and it is known that the shrinkage in sintering will be approximately 5%. For a gear that is 65 mm in diameter and has a 20 mm hub, as referred to Figure Q3[b], obtain the required press force. The density of cast iron is approximately 7.6 g/cm<sup>3</sup>.**

Satu gear akan dihasilkan daripada serbuk besi. Ia dikehendaki mencapai ketumpatan akhir 90% daripada ketumpatan besi tuang, dan diketahui pengecutan ketika pensinteran dianggarkan sekitar 5%. Untuk gear dengan 65 mm diameter dan mempunyai 20 mm hab, merujuk kepada Rajah S3[b], dapatkan daya tekan yang diperlukan. Ketumpatan besi tuang ialah lebih kurang  $7.6 \text{ g/cm}^3$ .

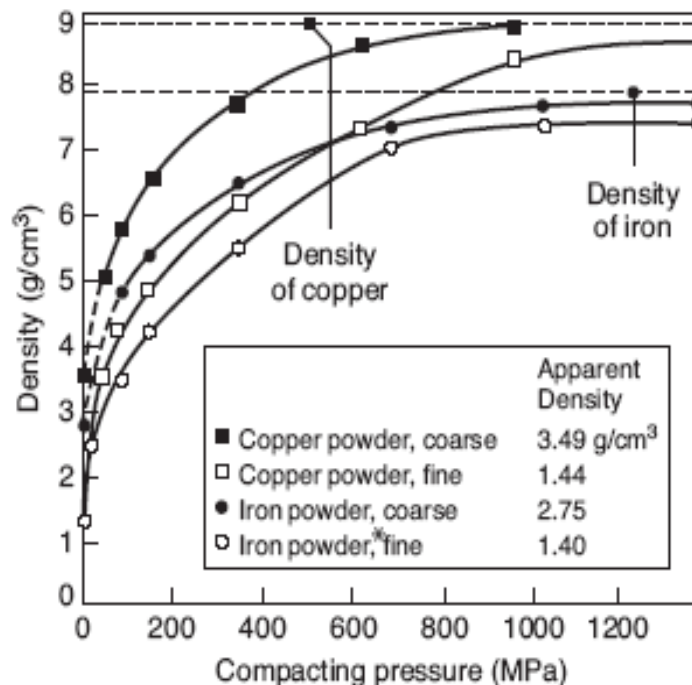


Figure Q3[b]

Rajah S3[b]

(60 marks/markah)

- Q4. [a] Using appropriate examples, explain why surface roughness is an important consideration in manufactured engineering components.

Dengan menggunakan contoh-contoh yang sesuai, terangkan kenapa kekasaran permukaan merupakan satu pertimbangan penting dalam pembuatan komponen kejuruteraan.

(30 marks/markah)

- [b] Propose and explain TWO (2) manufacturing processes where high friction is desirable and TWO (2) manufacturing processes where low friction is desirable.

Cadangkan dan terangkan DUA (2) proses pembuatan di mana geseran tinggi diinginkan dan DUA (2) proses pembuatan di mana geseran rendah diinginkan.

(30 marks/markah)

**[c] Using appropriate examples, differentiate between the following surface treatment processes:**

- (i) Case hardening and hard facing**
- (ii) Ion implantation and diffusion coating**

*Menggunakan contoh-contoh yang sesuai, bezakan di antara proses-proses rawatan permukaan berikut:*

- (i) Pengerasan luar dan pengerasan satah.*
- (ii) Implan ion dan salutan resapan.*

**(40 marks/markah)**

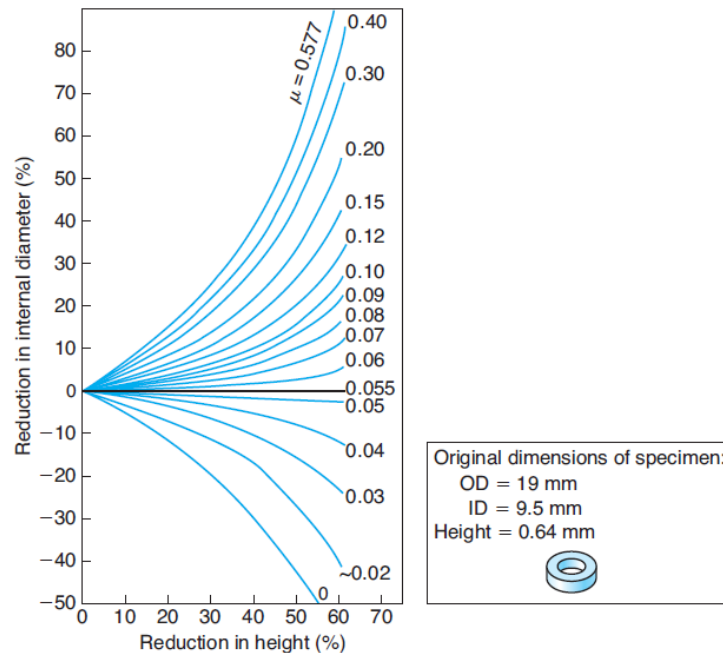
**Q5. [a] A small beaker made of ABS plastic needs to be coated with uniform thin layer of Nickel to make it water proof. Two alternatives for coating the beaker are electroplating and electroless plating. Judge the suitability of the processes and justify which one is the best option.**

*Satu bikar kecil dibuat daripada plastik ABS perlu disadur dengan lapisan Nikel yang sekata supaya ia kedap air. Dua pilihan untuk menyadur bikar adalah dengan saduran elektrod dan saduran nyahelektrod. Pertimbangkan kesesuaian proses-proses tersebut dan berikan justifikasi pilihan manakah yang terbaik.*

**(50 marks/markah)**

**[b] Figure Q5[b] shows the relationship of coefficient of friction to the reduction in height for a standard ring-compression test and the original dimensions of the specimen. Given the coefficient of friction is 0.16, calculate the new internal diameter of the specimen.**

*Rajah S5[b] menunjukkan hubungan antara pekali geseran dengan penyusutan tinggi untuk ujian piawai mampatan cincin. Diberi pekali geseran adalah 0.16, kirakan diameter dalam yang baru untuk bahan uji.*



**Figure Q5[b]**  
*Rajah S5[b]*

(25 marks/markah)

- [c] **Estimate the plating thickness in electroplating a 20-mm diameter solid-metal ball using a current of 10 amp, and a plating time of 1.5 hours. Assume that constant  $c = 0.08$ .**

*Anggarkan ketebalan saduran dalam saduran elektrod bebola logam 20-mm diameter menggunakan arus 10 amp dan masa saduran 1.5 jam. Andaikan pemalar  $c = 0.08$ .*

(25 marks/markah)

- Q6. [a] Discuss the advantages and disadvantages of surface micromachining compared to bulk micromachining.**

*Bincangkan kelebihan dan kekurangan pemesinan permukaan mikro berbanding dengan pemesinan pukal mikro.*

(30 marks/markah)

- [b] A wafer manufacturer produces two equal sized wafers, one containing 500 chips and the other containing 200 chips. After testing, it is observed that 50 chips on each wafer are defective.**

- (i) **Determine the yield of each wafer.**
- (ii) **Suggest a mathematical expression relating the chip size and yield.**



*Satu pengeluaran cakera menghasilkan dua cakera yang sama saiz, dengan satu daripadanya mengandungi 500 cip dan yang satu lagi mengandungi 200 cip. Selepas diuji, didapati bahawa 50 cip dalam setiap cakera adalah cacat.*

- (i) Tentukan perolehan untuk setiap cakera tersebut.*
- (ii) Cadangkan rumus matematik yang menghubungkan saiz cip dengan perolehan.*

**(40 marks/markah)**

- [c] Differentiate between isotropic and anisotropic etching and give examples for each process.**

*Bezakan antara punaran isotropi dan punaran bukan isotropi dan berikan contoh-contoh untuk setiap proses.*

**(30 marks/markah)**

---

UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

First Semester Examination  
Academic Session 2010/2011

November 2010

**EPP 331/4 – Manufacturing Technology II**  
***Teknologi Pembuatan II***

Duration : 3 hours  
*Masa : 3 jam*

---

**INSTRUCTIONS TO CANDIDATE:**  
**ARAHAN KEPADA CALON:**

Please check that this paper contains **EIGHT (8)** printed pages and **SIX (6)** questions before you begin the examination.

*Sila pastikan bahawa kertas soalan ini mengandungi **LAPAN (8)** mukasurat bercetak dan **ENAM (6)** soalan sebelum anda memulakan peperiksaan.*

Answer **FIVE (5)** questions.  
*Jawab **LIMA (5)** soalan.*

You may answer all questions in **English** OR **Bahasa Malaysia** OR a combination of both.  
*Calon boleh menjawab semua soalan dalam **Bahasa Malaysia** ATAU **Bahasa Inggeris** ATAU kombinasi kedua-duanya.*

Answer to each question must begin from a new page.  
*Jawapan untuk setiap soalan mestilah dimulakan pada mukasurat yang baru.*

In the event of any discrepancies, the English version shall be used.  
*Sekiranya terdapat sebarang percanggahan pada soalan peperiksaan, versi Bahasa Inggeris hendaklah diguna pakai.*

- Q1. [a] How do the subtropic materials relate to the machine tools and operations?**

*Bagaimanakah bahan subtropik berkaitan dengan peralatan mesin dan operasi?*

**(10 marks/markah)**

- [b] How to manufacture a product using injection molding? Explain the difficulties encountered in the process.**

*Bagaimanakah kaedah pembuatan barangan menggunakan suntikan pengacuan? Jelaskan kesulitan-kesulitan yang mungkin berlaku dalam proses itu.*

**(20 marks/markah)**

- [c] One of the limitations of CNC machining centre is that it requires “special maintenance”. What is meant by “special maintenance”?**

*Salah satu batasan pusat pemesinan CNC adalah ia memerlukan “penyelenggaraan istimewa”. Apakah yang dimaksudkan dengan “penyelenggaraan istimewa” itu?*

**(20 marks/markah)**

- [d] How would the industry view the use of conventional machining centre and CNC machining centre in high volume production line?**

*Bagaimana pandangan industri berkenaan penggunaan mesin berpusat konvensional dan mesin berpusat CNC dalam pengeluaran berkapasiti tinggi?*

**(20 marks/markah)**

- [e] Glass is machined using ultrasonic machining at a material removal rate (MRR) of 6 mm<sup>3</sup>/ m by aluminium oxide abrasive grits having a grit diameter of 150 mm. It is given that the formula as in equation**

$$MRR \propto \frac{C^{1/4} \times F^{3/4} \times a_o^{3/4} \times A^{1/4} \times dg_f \times m^{3/4}}{\sigma_w^{3/4} (1 + \lambda)^{3/4}}$$

- (i) If 100 mm grits were used, determine the new MRR?**
- (ii) If the frequency was changed from 20 kHz to 25 kHz, determine the new MRR?**
- (iii) If the feed force was increased by 50% along with the reduction in concentration of the slurry by 70%, what would be the effect on MRR?**

Pemesinan kaca menggunakan mesin ultrasonik pada peringkat pembuangan bahan (MRR) dari  $6 \text{ mm}^3/\text{m}$  menggunakan pelepas aluminium oksida dengan garis pusat kersik  $150 \mu\text{m}$ . Ungkapan MRR diberi sebagai:

$$\text{MRR} \propto \frac{C^{1/4} \times F^{3/4} \times a_o^{3/4} \times A^{1/4} \times d_{g_f} \times m^{3/4}}{\sigma_w^{3/4} (1 + \lambda)^{3/4}}$$

- (i) Jika  $100 \mu\text{m}$  kersik digunakan, tentukan MRR yang baru?
- (ii) Jika frekuensi diubah dari  $20 \text{ kHz}$  hingga  $25 \text{ kHz}$ , tentukan MRR baru?
- (iii) Jika daya suapan meningkat sebanyak  $50\%$  seiring dengan pengurangan kepekatan buburan dengan  $70\%$ , apakah kesannya pada MRR?

(30 marks/markah)

**Q2. [a] Describe rapid prototyping process and briefly list out the advantages of using this technique.**

*Jelaskan proses penyontohsulungan dan senaraikan dengan ringkas kelebihan menggunakan teknik ini.*

(30 marks/markah)

**[b] The illustrations in Figure Q2[b] shows the processes of three dimensional printing (3DP) and has been arranged in random sequence. Rearrange the pictures and describe the process in detail. If there is any additional step that is not included, make the modification and explain why the modifications were required.**

*Ilustrasi pada Rajah S2[b] menunjukkan proses pencetakan tiga dimensi (3DP) dan telah diatitkan dalam urutan rawak. Susun semula imej yang menggambarkan proses yang betul dan jelaskan dengan terperinci. Jika ada langkah tambahan yang tidak dimasukkan, lakukan pengubahsuaian dan jelaskan kenapa pengubahsuaian diperlukan.*

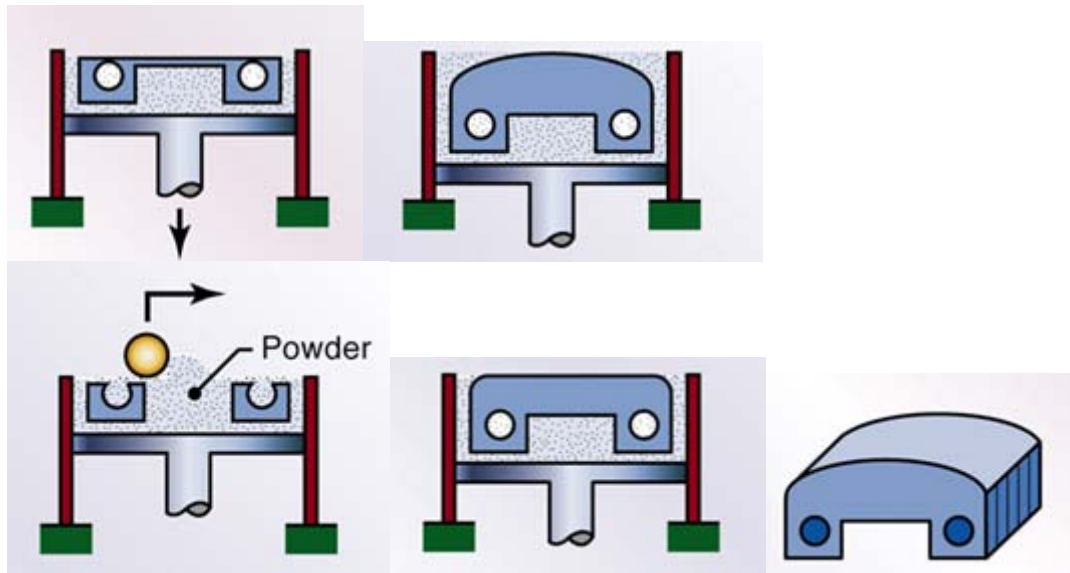


Figure Q2[b]  
Rajah S2[b]

(40 marks/markah)

- [c] One of the major advantages of stereolithography is that it can use semi-transparent polymers so that internal details of parts can be readily distinguished. List and describe a few parts in which this feature is valuable in certain applications.

*Salah satu kelebihan utama stereolithografi adalah menggunakan polimer separa lutsinar supaya butiran bahagian dalam mudah untuk dikenalpasti. Senarai dan jelaskan beberapa bahagian di mana ciri ini sangat bernilai untuk aplikasi tertentu.*

(30 marks/markah)

- Q3. [a] Outline the list of process capabilities of Electrochemical Machining and Electrical Discharge Machining. Identify which is the appropriate product for each process and why?

*Senaraikan kemampuan proses pemesinan elektrokimia dan pemesinan nyahcas elektik. Kenalpasti apakah produk yang sesuai untuk setiap proses dan mengapa?*

(30 marks/markah)

- [b] How Distributed Numerical Control overcome the disadvantages of its predecessor Direct Numerical Control? Which one is better?

*Bagaimana Kawalan Berangka Teragih mengatasi kelemahan pendahulunya iaitu Kawalan Berangka Terus ? Manakah yang lebih baik?*

(30 marks/markah)

- [c] A 200 mm deep hole with diameter of 30 mm was produced using electrochemical machining. A high production rate is more important than machined surface finish. Then the same operation was performed using electrical discharge machine. The voltage used is 240 V. For both, machining process, calculate the following**

- (i) maximum current**
- (ii) power consumed**
- (iii) estimate the machining time**

*Sebuah lubang dengan kedalaman 200 mm dengan diameter 30 mm dihasilkan dengan menggunakan pemesian elektrokimia. Kadar pengeluaran yang tinggi adalah lebih penting daripada kesudahan permukaan yang dimesin. Kemudian operasi yang sama dilakukan dengan menggunakan pemesian nyahcas elektrik. Voltan yang digunakan adalah 240 V. Bagi kedua-dua proses pemesian, kirakan yang berikut*

- (i) arus maksimum*
- (ii) kuasa yang digunakan*
- (iii) anggarkan masa pemesian*

**(40 marks/markah)**

- Q4. There are few techniques for processing non-metallic material into useful products depending on the type of material involved and their shapes.**

*Terdapat beberapa teknik untuk pemprosesan bahan-bahan bukan logam bagi menjadikan produk-produk yang berguna bergantung kepada jenis bahan yang digunakan dan bentuk-bentuknya.*

- [a] Explain why ceramic parts may distort or warp during drying. What are the precautions should be taken to avoid this situation?**

*Jelaskan mengapa komponen seramik boleh berubah bentuk atau meleding semasa pengeringan. Apakah langkah berjaga-jaga yang seharusnya diambil bagi mengelak keadaan tersebut?*

**(30 marks/markah)**

- [b] Polymer-matrix composites (PMCs) products can be fabricated by vacuum-bag molding and contact molding methods. Discuss both of them together with example of applications.**

*Produk-produk polimer-matrik komposit (PMCs) boleh dihasilkan melalui kaedah pengacuan beg-vakum dan kaedah pengacuan sentuh. Bincangkan kedua-dua kaedah tersebut beserta dengan contoh-contoh aplikasi.*

**(30 marks/markah)**

- [c] Discrete products such as bottles, vases, headlights, and television tubes are one of the glass products category.**

*Produk-produk diskret seperti botol-botol, pasu-pasu, lampu-lampu tegak, dan tiub-tiub televisyen adalah merupakan salah satu kategori produk-produk kaca.*

- (i) Draw a schematic illustration to show how the bottle can be made by blowing method and label it.**

*Lakarkan suatu ilustrasi skema bagi menunjukkan bagaimana botol dapat dihasilkan oleh kaedah penghembusan dan labelkannya.*

**(20 marks/markah)**

- (ii) Base on the illustration, describe how the bottle can be made by the blowing method?**

*Berteraskan ilustrasi tersebut, huraikan bagaimana botol tersebut dapat dihasilkan oleh kaedah penghembusan?*

**(20 marks/markah)**

- Q5. Powder metallurgy has become competitive process for complex parts made from high strength and hard alloys.**

*Metalurgi serbuk menjadi proses kompetitif untuk bahagian kompleks yang diperbuat daripada aloi berkekuatan tinggi dan keras.*

- [a] There are few methods of metal-powder production, two of them are Comminution and Mechanical alloying. With help of diagrams, describe both methods.**

*Terdapat beberapa kaedah pengeluaran serbuk logam, dua daripadanya adalah Comminution dan pengaloiian mekanikal. Dengan berbantuan gambarajah, huraikan kedua-dua kaedah tersebut.*

**(30 marks/markah)**

- [b] Powder rolling is one of the compacting and shaping processes in metal powder. Give an example of product that can be made by powder rolling, and then describe how it can be made?**

*Pengelek serbuk adalah merupakan salah satu proses pemadatan dan pembentukan bagi serbuk logam. Beri satu contoh produk yang dapat dihasilkan oleh pengelek serbuk, dan kemudian huraikan bagaimanakah ia dapat dihasilkan?*

**(30 marks/markah)**

- [c] In order to make a solid cylindrical compact 20 mm in diameter and 10 mm high, coarse copper powder is compacted in a mechanical press at a pressure of 0.275 GPa. Figure Q5[d] shows the density of copper and iron powder compacts as a function of compacting pressure.

Untuk membuat satu mampatan silinder pepejal berdiameter 20 mm dan 10 mm tinggi, serbuk tembaga kasar dipadatkan dalam satu penekan mekanikal pada tekanan 0.275 GPa. Rajah S5[d] menunjukkan ketumpatan mampatan serbuk tembaga dan besi sebagai satu fungsi tekanan mampatan.

- (i) Determine what is the density of copper in  $\text{g/cm}^3$  after compaction.

Tentukan apakah ketumpatan tembaga dalam  $\text{g/cm}^3$  selepas pemadatan.

(10 marks/markah)

- (ii) During sintering, the green part shrinks an additional 7%. Determine the final density.

Semasa pensinteran, bahagian hijau mengecut dengan satu pertambahan sebanyak 7%. Tentukan ketumpatan akhir.

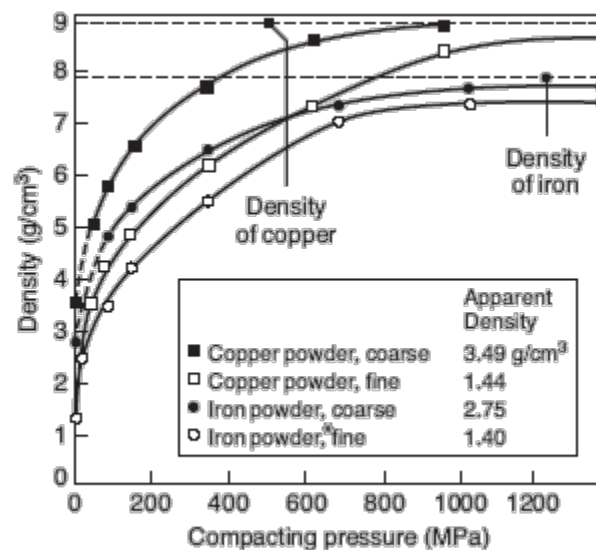


Figure Q5[d]

Rajah S5[d]

(30 marks/markah)



**Q6. The concept of integrated manufacturing system is required to achieve higher productivity and cost reduction.**

*Konsep sistem pembuatan bersepadu diperlukan untuk mencapai produktiviti yang lebih tinggi dan pengurangan kos.*

**[a] With an example,**

*Berdasarkan satu contoh,*

**(i) Describe the purpose of using Computer Aided Design (CAD) and Computer Aided Engineering (CAE) systems in automobile industry.**

*Huraikan tujuan menggunakan Rekabentuk Berbantu Komputer (CAD) dan Kejuruteraan Berbantu Komputer (CAE) sistem dalam industri automotif.*

**(20 marks/markah)**

**(ii) Explain how Computer Aided Process Planning (CAPP) and Computer Aided Manufacturing (CAM) systems can be used in automobile industry.**

*Jelaskan bagaimana Perancangan Proses Berbantu Komputer (CAPP) dan Pembuatan Berbantu Komputer (CAM) sistem boleh digunakan dalam industri automotif.*

**(20 marks/markah)**

**[b] One of the material handling equipments is transport equipment. It can be divided into five categories, describe THREE (3) on them.**

*Salah satu peralatan pengendalian bahan adalah peralatan pengangkutan. Ia boleh dibahagikan kepada lima kategori, huraikan TIGA (3) daripadanya.*

**(30 marks/markah)**

**[c] Discuss the difference between in-process and post-process inspection of manufactured parts.**

*Bincangkan perbezaan antara pemeriksaan dalam-proses dan selepas-proses bagi bahagian-bahagian yang dibuat.*

**(30 marks/markah)**